



Filipa Camacho da Silva Pinto e Simas

Licenciada em Engenharia do Ambiente

Disponibilidade de biomassa florestal residual para combustão na central termoelétrica de Sines

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Energia e Bioenergia

Orientador: Prof. Doutor Marco Painho, ISEGI/UNL
Co-orientador: Prof. Doutor Fernando Reboredo, FCT/UNL

Júri

Presidente: Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando,
FCT/UNL

Vogais: Doutor Nuno Carlos Lapa dos Santos Nunes, FCT/UNL
Mestre Tiago Humberto Moreira de Oliveira, ISEGI/UNL
Doutor Fernando Henrique da Silva Reboredo,
FCT/UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Novembro 2013

Filipa Camacho da Silva Pinto e Simas

**Disponibilidade de biomassa florestal
residual para combustão na central
termoeléctrica de Sines**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do
Grau de Mestre em Energia e Bioenergia

Orientador: Prof. Doutor Marco Painho, ISEGI/UNL
Co-orientador: Prof. Doutor Fernando Reboredo, FCT/UNL

**Lisboa
Novembro 2013**

FICHA TÉCNICA

Título: Disponibilidade de biomassa florestal residual para combustão na central termoelétrica de Sines.

Autora: Filipa Camacho da Silva Pinto e Simas.

Objectivo do presente trabalho: Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, para obtenção do grau de mestre em Energia e Bioenergia.

Orientação científica do trabalho: Professor Doutor Marco Painho (ISEGI/UNL).

Co-orientação científica do trabalho: Professor Doutor Fernando Reboredo (FCT/UNL).

Contactos da autora: Avenida Capitão Salgueiro Maia, n.º14, 4ºC, 1885 – 091 Moscavide, Loures, Portugal
Correio electrónico: filipacsps@gmail.com
Telefone: (+351) 913922271

Local: Lisboa, Portugal.

Ano: 2013.

O conteúdo da presente dissertação é da inteira responsabilidade do autor.

Não é autorizada a reprodução, total ou parcial, do conteúdo da presente dissertação, sem a autorização prévia do autor, por escrito.

É autorizada a citação do conteúdo da presente dissertação, desde que acompanhada da respectiva referência bibliográfica, de acordo com as normas internacionais de citação de trabalhos científicos.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

À minha avó Dores...

AGRADECIMENTOS

Antes de mais gostaria de agradecer sem dúvida aos meus pais que me permitiram chegar até aqui tanto do ponto de vista académico como pessoal.

Ao Professor Doutor Marco Painho, gostaria de agradecer a sua imprescindível orientação neste trabalho, o seu apoio e motivação.

Em muito agradeço ao Professor Doutor Fernando Reboredo, pela total disponibilidade demonstrada, pela sua sabedoria e gosto pelo ensino, pela clareza e motivação, tanto nas suas aulas como na co-orientação desta dissertação.

Ao Professor Tiago Oliveira, agradeço o total apoio e disponibilidade demonstrados e a sua brilhante capacidade de simplificar, sem nada excluir, a obtenção de resultados desta dissertação.

Em especial agradeço ao Instituto Geográfico Português, pela divulgação exclusiva de dados, imprescindíveis à realização desta dissertação.

Por último gostaria de agradecer às minhas colegas e amigas, Catarina Casadinho e Sofia Pinto pelo companheirismo demonstrado ao longo deste mestrado.

RESUMO

A presente dissertação consistiu na avaliação da disponibilidade de biomassa florestal residual para utilização como combustível na central termoelétrica de Sines, para produção de electricidade.

Por se tratar de uma central termoelétrica com elevadas emissões de CO₂ e pelas condições favoráveis de localização face à obtenção de biomassa, pretendeu-se quantificar e avaliar o potencial energético da biomassa florestal residual disponível de forma a substituir futuramente, parte do combustível fóssil utilizado (carvão).

A região em estudo envolveu toda a área florestal até 60km de distância da central por rede viária, tendo-se avaliado as espécies florestais presentes na região e as características dos respectivos povoamentos.

Tendo em conta factores como o risco de incêndio florestal e o declive da região em estudo, foram ainda abordados temas como áreas prioritárias de recolha de biomassa florestal e as condições de acesso à central.

Para a obtenção de informação necessária à realização deste estudo, recorreu-se à Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007, à Carta Administrativa Oficial de Portugal para 2012, à Cartografia de Risco de Incêndio Florestal para 2011, à NAVTEQ 2011, e ao Modelo Digital de Terreno para Portugal Continental, fornecidos pelo Instituto Geográfico Português; e ao 5º e 6º Inventário Florestal Nacional, fornecidos pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.

Todo o tratamento de dados foi realizado com o auxílio do software ArcGIS for desktop 10, da *Environmental Systems Research Institute, INC.*

Os resultados obtidos permitem concluir que é possível utilizar diariamente para produção de energia eléctrica na central Termoelétrica de Sines, cerca de 72 toneladas (base seca) de resíduos florestais de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso.

Palavras-chave:

Povoamentos Florestais, Biomassa Florestal Residual, Central Termoelétrica de Sines, Sistemas de Informação Geográfica.

ABSTRACT

This work consisted in assessing the availability of residual forest biomass for use as fuel in thermal power plant in Sines to produce electricity.

For being a thermal power plant with high CO₂ emissions and favorable conditions of location compared to obtaining biomass, sought to assess the energy potential of residual forest biomass available in the future in order to replace part of the fossil fuel (coal).

The study area encompassed the entire forest area up to 60km away from the plant by road network, having assessed the tree species present in the region and the characteristics of their settlements.

Taking into account factors such as forest fire risk and the slope of the study area, were also addressed issues as priority areas for collecting forest biomass and the conditions of access to the station.

To obtain information needed to conduct this study, we resorted to the *Charter of Use and Occupation of Portugal for 2007*, the *Official Administrative Map of Portugal in 2012*, the *Mapping Forest Fire Risk for 2011*, *NAVTEQ 2011*, and *Digital Terrain Model for Portugal*, provided by the *Portuguese Geographic Institute (IGEO)*, and the *5th and 6th National Forest Inventory (IFN)*, provided by the *Institute for Nature Conservation and Forestry (ICNF)*.

All data processing was performed with the aid of *ArcGIS Desktop 10* software, from the *Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI)*.

The results obtained indicate that it can be used daily about 72 tons (dry basis) of forest residues Eucalyptus, Maritime Pine and Stone Pine to produce electricity in the Thermal Power Plant in Sines.

Keywords:

Settlements Forestry, Forest Biomass Residual, Sines Thermal Power Plant, Geographic Information Systems.

ÍNDICE DE MATÉRIAS

AGRADECIMENTOS	IX
RESUMO	XI
ABSTRACT	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOGIA	XXI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos	1
1.3 Organização da Dissertação	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 <i>A Biomassa Florestal no contexto da Bioenergia</i>	3
2.2 <i>A Central Termoeléctrica de Sines</i>	13
2.3 <i>Os Sistemas de Informação Geográfica</i>	19
2.4 Resumo Temático	21
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	22
3.1 Dados	22
3.1.1 Inventário Florestal Nacional	22
3.1.2 Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007	23
3.1.3 Carta Administrativa Oficial de Portugal para 2012	24
3.1.4 Cartografia de Risco de Incêndio Florestal para 2011	24
3.1.5 NAVTEQ 2011	24
3.1.6 Modelo Digital de Terreno para Portugal Continental	25
3.1.7 Poder Calorífico	25
3.2 Tecnologia – <i>Software ArcGIS for desktop 10</i>	28
3.3 Métodos	33
4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	40
4.1 Mapas	40
4.2 Cálculo da quantidade de biomassa florestal residual disponível na região	46
5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	50
6. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO 1 – Tabela de atributos da localização da central de Sines	60
ANEXO 2 – Tabela de atributos dos concelhos abrangidos	60
ANEXO 3 – Excerto da tabela de atributos dos melhores acessos	61
ANEXO 4 – Excerto da tabela de atributos do risco de incêndio das zonas florestais	62
ANEXO 5 – Excerto da tabela de atributos das florestas de Eucalipto	63
ANEXO 6 – Excerto da tabela de atributos das florestas de Pinheiro Bravo	64
ANEXO 7 – Excerto da tabela de atributos das florestas de Pinheiro Manso	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. – Aproveitamento energético de culturas ricas em lenhina/celulose	8
Figura 2.2. – Distribuição da produção pelas centrais termoelétrica da DPT no ano de 2011	14
Figura 2.3. – Esquema simplificado do funcionamento da central	16
Figura 3.1. – Influência do teor de humidade no poder calorífico da biomassa	29
Figura 3.2. – Interface do ArcMAP	26
Figura 3.3. – 1º Modelo SIG: Concelhos abrangidos	36
Figura 3.4. – 2º Modelo SIG: Melhores acessos	37
Figura 3.5. – 3º Modelo SIG: Risco de incêndio das zonas florestais	38
Figura 3.6. – 4º Modelo SIG: Florestas de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso, segundo o tipo de povoamento	39
Figura 3.7. – Excerto do 4º Modelo	39
Figura 4.1. – Mapa SIG: Localização da Central Termoelétrica de Sines	40
Figura 4.2. – Mapa SIG: Concelhos abrangidos	41
Figura 4.3. – Mapa SIG: Melhores acessos	42
Figura 4.4. – Mapa SIG: Risco de incêndio das zonas florestais	43
Figura 4.5. – Mapa SIG: Florestas de Eucalipto segundo o tipo de povoamento	44
Figura 4.6. – Mapa SIG: Florestas de Pinheiro Bravo segundo o tipo de povoamento	45
Figura 4.7. – Mapa SIG: Florestas de Pinheiro Manso segundo o tipo de povoamento	46
Figura 5.1. – Florestas Naturais e Plantações na região Amazónica (Brasil)	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. – Principais fontes de emissão de poluentes da combustão da biomassa.	6
Tabela 2.2. – Produção total de energia eléctrica na central e das turbinas de recuperação nos anos de 2009 a 2011.	17
Tabela 2.3. – Consumo total e específico nos anos de 2009 a 2011	18
Tabela 3.1. – Ficha técnica da COS	23
Tabela 3.2. – Ficha técnica da CAOP	24
Tabela 3.3. – Ficha técnica do MDT	25
Tabela 3.4. – Estimativas do poder calorífico da biomassa	27
Tabela 3.5. – Resíduos anuais estimados por espécie (mil ton/ano)	27
Tabela 3.6. – Poder Calorífico de vários resíduos florestais.	28

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AdSA – Águas de Santo André
AFN – Autoridade Florestal Nacional
APA – Agência Portuguesa do Ambiente
BFP – Biomassa Florestal Primária
CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal
CBE – Centro da Biomassa para a Energia
CEC – Cinzas e Escórias de Carvão
CELE – Comércio Europeu de Licença de Emissão
CIG – Ciência da Informação Geográfica
COS – Carta de uso e Ocupação do Solo
CRIF – Cartografia de Risco de Incêndio Florestal
DA – Declaração Ambiental
DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia
DPT – Direção de Produção Térmica da EDP
EDP – Electricidade de Portugal
ENE – Estratégia Nacional para a Energia
ENF – Estratégia Nacional para as Florestas
FAE – Florestas abertas de Eucalipto
FAEF – Florestas abertas de Eucalipto com folhosas
FAER – Florestas abertas de Eucalipto com resinosas
FAPB – Florestas abertas de Pinheiro Bravo
FAPBF – Florestas abertas de Pinheiro Bravo com folhosas
FAPBR – Florestas abertas de Pinheiro Bravo com resinosas
FAPM – Florestas abertas de Pinheiro Manso
FAPMF – Florestas abertas de Pinheiro Manso com folhosas
FAPMR – Florestas abertas de Pinheiro Manso com resinosas
FEF – Florestas de Eucalipto com folhosas
FER – Florestas de Eucalipto com resinosas
FFP – Fundo Florestal Permanente
FPBF – Florestas de Pinheiro Bravo com folhosas
FPBR – Florestas de Pinheiro Bravo com resinosas
FPE – Florestas puras de Eucalipto
FPMF – Florestas de Pinheiro Manso com folhosas
FPMR – Florestas de Pinheiro Manso com resinosas
FPPB – Florestas puras de Pinheiro Bravo
FPPM – Florestas puras de Pinheiro Manso
GEE – Gases de Efeito de Estufa
GGV – Grupo Gerador de Vapor
GTA – Grupo Turbo-Alternador
ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IFN – Inventário Florestal Nacional
IGEO – Instituto Geográfico Português
INC. – Incorporation
ITEL – Instalação de Tratamento de Efluentes Líquidos
LA – Licença Ambiental
LER – Lista Europeia de Resíduos
LT – Linhas de Tratamento
MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas
MAOT – Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território

MAPE – Medida de apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e racionalização de consumos
MDT – Modelo Digital de Terreno
MEID – Ministério da Economia da Inovação e do Desenvolvimento
OPF – Organização de Produtores Florestais
PCI – Poder Calorífico Inferior
PCIP – Prevenção e Controlo Integrados de Poluição
PCS – Poder Calorífico Superior
PGF – Plano de Gestão Florestal
PIB – Produto Interno Bruto
PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas
PNAER – Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis
PNALE – Plano Nacional de Atribuição de Licença de Emissão
PRODER – Programa de Desenvolvimento Rural
PROF – Plano Regional de Ordenamento Florestal
RGR – Regulamento Geral de Ruído
SCR – Serviço de unidades de desnitrificação
SIG – Sistemas de Informação Geográfica
VLE – Valor Limite de Emissão
ZIF – Zonas de Intervenção Florestal

Bh – base húmida
Bs – base seca
CO₂ – Dióxido de carbono
GWh – Giga Watt hora
ha – hectare
HCl – Ácido Clorídrico
HF – Ácido Fluorídrico
km – quilómetro
m³/s – metro cúbico por segundo
MJ – Mega Joule
MVA – Mega Volt-ampere
MW – Mega Watt
Nm³ – Normal metro cúbico
SO₂ – Dióxido de Enxofre

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O actual cenário energético nacional é caracterizado por uma forte dependência externa, com um sistema energético fortemente dependente de fontes primárias de origem fóssil (petróleo, gás natural e carvão) (DGEG, <http://www.dgeg.pt>).

O aproveitamento da biomassa florestal para fins energéticos é encarado não só como um instrumento de luta contra incêndios e contra a redução de gases de efeito de estufa (GEE), como é um factor positivo para oportunidades de negócio em diversas fileiras, para o desenvolvimento económico e criação de emprego em zonas rurais, para a redução da dependência energética e contribuição para o mix energético (Cabral *et. al.*, 2011).

O aproveitamento energético da biomassa florestal resultante da exploração florestal, deve ser garantido através de normas que assegurem o consumo de biomassa resultante da actividade silvícola (ramos, folhada, cascas, raízes e material menor) sem delapidar a matéria-prima de fileiras já instaladas e os equilíbrios ecológicos (PROF AL, 2007).

A co-combustão da biomassa encontra-se habitualmente associada à combustão de biomassa e carvão para a produção de energia. Comparativamente à queima isolada de carvão ou biomassa, a co-combustão apresenta vantagens, entre as quais se destacam: a redução do total de emissões por unidade de energia produzida; permitir diminuir os níveis de emissão de poluentes associados à composição típica destes combustíveis como os óxidos de enxofre, os metais pesados ou as dioxinas e furanos; a minimização de desperdícios; e, dependendo da composição química da biomassa utilizada, a redução dos níveis de poluição do solo e água (Portal das Energias Renováveis - <http://www.energiasrenovaveis.com/>).

Em 2006, foram abertos 15 concursos para centrais termoeléctricas a Biomassa Florestal, totalizando 100 MW, dos quais 2 ficaram desertos, sendo que 96 MW, relativos aos restantes 13 concursos, têm vindo a ser adjudicados, encontrando-se já algumas centrais em funcionamento (PNAER, 2009).

A Central Termoeléctrica de Sines situa-se na costa alentejana, cerca de 8 km a sudeste da cidade de Sines, junto à praia de São Torpes.

É constituída por quatro grupos geradores idênticos, independentes entre si e com potência eléctrica unitária de 314 MW.

Consome cerca de 116 toneladas (t) de carvão por hora, o que, em laboração permanente, pode atingir um consumo diário de 11 000 t (Declaração Ambiental, 2012).

1.2 Objectivos

A presente dissertação consiste na avaliação da disponibilidade de biomassa florestal residual para utilização como combustível na central termoeléctrica de Sines, na produção de electricidade.

Por se tratar de uma central termoeléctrica com elevadas emissões de CO₂ e pelas condições favoráveis de localização face à obtenção de biomassa, pretende-se avaliar o

potencial energético da biomassa florestal residual disponível de forma a poder realizar-se futuramente uma substituição de uma parte do combustível fóssil utilizado, o carvão.

A região em estudo envolve toda a área florestal até 60km de distância da central por rede viária, onde se pretende determinar quais as espécies florestais potenciais presentes na região e em que quantidades.

Tendo em conta factores como o risco de incêndio florestal e o declive da região em estudo, foram ainda abordados temas como áreas prioritárias de recolha de biomassa florestal e as condições de acesso à central.

Para a obtenção de informação necessária à realização deste estudo, recorreu-se à Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007, à Carta Administrativa Oficial de Portugal para 2012, à Cartografia de Risco de Incêndio Florestal para 2011, à NAVTEQ 2011, e ao Modelo Digital de Terreno para Portugal Continental, fornecidos pelo Instituto Geográfico Português; e ao 5º e 6º Inventário Florestal Nacional, fornecidos pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.

Todo o tratamento de dados foi realizado com o auxílio do software ArcGIS for desktop 10, da *Environmental Systems Research Institute, INC.*

1.3 Organização da Dissertação

A estruturação desta dissertação segue-se de acordo com as normas exigidas pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

No segundo capítulo aborda-se os seguintes temas: *A Biomassa florestal no contexto da Bioenergia*, *A Central Termoeléctrica de Sines* e *Os Sistemas de Informação Geográfica*, tratando-se dos temas principais na contextualização do tema desta dissertação.

No terceiro capítulo abordam-se toda a metodologia do estudo, onde se descrevem os dados utilizados e as suas origens e a ferramenta essencial para este estudo: o software ArcGIS for desktop 10..

No quarto capítulo apresentam-se os resultados obtidos, tanto visuais (mapas) como quantitativos (cálculos).

No quinto capítulo apresenta-se a discussão dos resultados obtidos.

No sexto capítulo apresentam-se as conclusões e trabalhos futuros que poderão dar continuidade a este estudo.

No sétimo capítulo apresenta-se a bibliografia utilizada e consultada para a realização desta dissertação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo aborda-se a importância da biomassa como energia renovável, do seu contributo no que diz respeito à prevenção de incêndios florestais e ao ambiente na redução de emissões de gases de efeito de estufa e dos aspectos políticos e económicos que envolvem esta temática.

Aborda-se ainda todo o funcionamento e *background* da central termoeléctrica de Sines, assim como a imprescindibilidade dos Sistemas de Informação Geográfica na obtenção de resultados em qualquer projecto desta natureza.

2.1 A Biomassa Florestal no contexto da Bioenergia

Actualmente, a floresta portuguesa ocupa aproximadamente 3154800 hectares (ha), ou seja, cerca de 35% do território continental, segundo dados do 6º Inventário Florestal Nacional (IFN6, 2013).

Considera-se um povoamento florestal como sendo a área ocupada com árvores florestais com uma percentagem de coberto no mínimo de 10%, que ocupa uma área no mínimo de 0,5 ha e largura não inferior a 20m. Podem ser de dois tipos:

- Povoamento florestal puro – Povoamento constituído por uma ou mais espécies de árvores florestais, em que uma delas ocupa mais de 75% do coberto total.
- Povoamento florestal misto – Povoamento em que, havendo várias espécies, nenhuma atinge os 75% do coberto. Neste caso, considera-se a espécie dominante a que for responsável pela maior parte do coberto (ICNF, <http://www.icnf.pt/portal>).

Quanto à distribuição das áreas dos povoamentos florestais por espécie dominante, verifica-se que o pinheiro bravo, o sobreiro, o eucalipto e a azinheira são as quatro principais espécies do território nacional.

A superfície florestal cuja espécie dominante é o eucalipto representa a maior área do país (812 mil ha), o sobreiro a segunda (737 mil ha), seguido do pinheiro-bravo (714 mil ha). A área ocupada por espécies resinosas corresponde a 31% da floresta portuguesa, sendo a restante (69%) ocupada por espécies folhosas (IFN6, 2013).

O pinheiro-bravo, na sua maior parte localizados na região Centro e Norte Litoral do País, é uma espécie de grande importância económica, sendo o sustentáculo das indústrias de serração, de painéis e aglomerados e em menor escala de pasta para papel.

O eucalipto é hoje um componente importante da paisagem portuguesa. A expansão desta espécie é relativamente recente em Portugal (meados do séc. XX) e coincide com a instalação e crescimento da indústria papelreira (IFN5, 2010).

No Continente, para além da acção do Estado, a evolução da área florestal ficou sobretudo associada à crescente valorização que os proprietários florestais e a sociedade em geral têm vindo a reconhecer à floresta em comparação com outros usos de solo alternativos, em particular em relação aos matos (ou "incultos").

Uma estimativa relativa a 2001 apontava o valor de 1,3 mil milhões de euros como sendo a produção económica total anual efectiva da floresta no Continente (Mendes, 2005).

A floresta tem sido a base de um sector da economia que gera cerca de 113 mil empregos directos ou seja 2% da população activa. Este número tem-se mantido mais ou menos

constante durante as últimas duas décadas o que, com o nível de produção que se tem verificado, sugere um crescimento na produtividade do trabalho no sector. O sector representa também cerca de 10% das exportações e 3% do Valor Acrescentado Bruto, valor só ultrapassado na Europa dos 15 pela Finlândia e Suécia (ENF 2006). São, no entanto, distintas as trajectórias das diferentes fileiras industriais:

- A fileira da madeira de serração tem vindo a assistir a um fenómeno de concentração, com o desaparecimento de pequenas serrações. As estatísticas apontam para que o número de serrações tenha diminuído de 732, em 1998, para cerca de 290, em 2005 (AIMMP, 2005), mantendo-se, no entanto, o volume de vendas, o que evidencia o dinamismo da fileira e a sua capacidade de se ajustar às mudanças;
- A fileira da pasta e papel contribui para cerca de 4 mil empregos directos (CELPA, 2005) mas a sua principal evolução tem sido no aumento da integração vertical no sector, com maior produção de papel e cartão, o que conduz a um acréscimo notável de valor do produto, evolução que tende ainda a aumentar.
- A fileira da cortiça representa uma importante fracção no comércio externo nacional, com cerca de um terço do total das exportações. O número de empresas desta fileira era de 828 em 2003, sendo o número de empregos por elas gerados mais de 12 mil (APCOR, 2005).

Mas a floresta produz muitos outros bens e serviços, como o da sua função como sumidouro de carbono, sendo o crescimento lenhoso um factor de mitigação do efeito de estufa pela correspondente absorção de CO₂. O crescimento da floresta portuguesa é quantificado e contabilizado nos acordos internacionais a que Portugal aderiu, e pode representar uma ajuda para compensar as emissões de outras actividades, nomeadamente da indústria e dos transportes (ENF, 2006).

A biomassa florestal, que consiste na fracção biodegradável de produtos, resíduos e detritos de origem biológica provenientes da floresta ou de outras plantações, é de grande importância para o País, pela sua transversalidade à gestão florestal, permitindo a produção de energia e calor neutros no que respeita às emissões de CO (Decreto-Lei n.º 5/2011, Diário da República). As operações de condução (ex.: desbaste e desrama) e a exploração dos povoamentos florestais, ou seja: ramos, bicadas, cepos, folhas, raízes, cascas. (Cabral *et al.*, 2011), podem ser um contributo para a obtenção de biomassa residual para produção de energia.

O termo biomassa florestal primária (BFP) nem sempre é consensual, havendo várias definições para esta nomenclatura. Assim, pode-se entender por biomassa florestal primária a fracção biodegradável dos produtos gerados na floresta e que são processados para fins energéticos. No caso das florestas do sul da Europa, a biomassa florestal primária é formada pelos materiais vegetais procedentes das operações silvícolas seguintes: podas, selecção de toijas, desbastes, cortes fitossanitários e controlo da vegetação espontânea. Também se incluem os resíduos de aproveitamento madeireiro, quer sejam provenientes de cortes finais ou de cortes intermédios, lenhas provenientes das podas e desramações e material vegetal proveniente de culturas energéticas, lenhosas ou herbáceas, instalados em terrenos florestais.

Dentro da biomassa florestal, para além da BFP, existe ainda a biomassa florestal secundária que é a matéria orgânica residual (costaneiros, serrins, retestos, licores negros, recortes, aparas, etc.) gerada nos processos da indústria de transformação da madeira, tal como as serrações, fábricas de celulose, tábuas e contraplacados, carpintarias e indústrias de mobiliário. Também se inclui neste tipo de biomassa os restos de madeira procedentes de outras actividades industriais (paletes e embalagens) e de resíduos urbanos.

A BFP, tendo em conta a função principal do povoamento de onde é proveniente, pode ser dividida em três grandes categorias: florestas de produção madeireira, florestas de produção

principal não madeireira e cultivos energéticos florestais. Dentro de cada uma destas categorias, podem ainda ser identificadas outras subcategorias de proveniência de biomassa florestal primária, segundo o tipo de operação silvícola da qual é oriunda (Enersilva 2004 - 2007).

As culturas energéticas florestais consistem no cultivo de biomassa vegetal para fins energéticos, com o objectivo de produzir o máximo peso de biomassa através de rotações curtas e densidades altas. De modo a obter o máximo rendimento energético no ciclo produtivo, devem-se aplicar as técnicas de cultivo mais apropriadas e rentáveis: controle da vegetação competitiva, regeneração eficaz, adequada preparação do terreno, fertilização, tratamentos fitossanitários e rega. Estas culturas podem ser tanto de espécies herbáceas, como de espécies lenhosas, e os produtos a obter também podem ser biocombustíveis de diferente natureza: culturas herbáceas em florestas; culturas lenhosas em florestas, as quais se diferenciam das anteriores porque o talo está lenhificado – são o caso de árvores (*Eucalyptus sp.*, *Salix sp.*, *Populus sp.*, *Betula*, etc.), matos ou arbustos (Enersilva, 2004 – 2007).

As espécies florestais de Sobreiro e Azinheira, apesar do seu potencial energético, são espécies de rotações longas pelo que não se tornam interessantes no contexto da bioenergia. Além de que as espécies de Sobreiro são fortemente condicionadas no que diz respeito à sua exploração, uma vez que a matéria-prima é um ponto forte da economia nacional, a cortiça.

Nas explorações florestais quando os troncos redondos são transformados em pranchas e vigas, são produzidas grandes quantidades de resíduos. No entanto, a maior parte destes é utilizada na indústria da madeira para outros materiais como aglomerados de madeira ou cartão de elevada qualidade. Contudo, uma parte destes resíduos possui fragmentos de impurezas sendo a sua utilização inadequada como matéria-prima. Estes resíduos são ideais para reciclagem energética. Devido ao elevado teor de cinzas, estes resíduos são principalmente utilizados em centrais de fornecimento de calor de grandes dimensões e em centrais de cogeração.

Por cada hectare de floresta, podem ser obtidas, a partir destes resíduos 0,4 - 0,8 toneladas de biomassa seca. Na manutenção das florestas de uso permanente podem também ser recolhidos anualmente cerca de 1,5 toneladas de resíduos por hectare.

Existem ainda outras fontes de resíduos de madeira como a recolhida durante as actividades de gestão do território, nomeadamente em trabalhos de manutenção nas estradas e auto-estradas e dos trabalhos em parques florestais e jardins, que devem ser tidas em conta. Estes resíduos de madeira são geralmente uma mistura de madeira, folhas e troncos. (Portal das energias renováveis – <http://www.energiasrenovaveis.com/>).

As características da biomassa incluem na sua composição a celulose, hemi-celuloses e lenhina, e uma pequena quantidade de extractivos, sendo a proporção relativa de celulose e lenhina um factor determinante na identificação de espécies adequadas para posterior utilização como culturas energéticas (McKendry, 2002). A concentração destes compostos depende do tipo de espécie, tipo de tecido, estado de desenvolvimento, para além de factores extrínsecos, como o tipo de solo e localização geográfica. Apesar de ser constituída principalmente por hidratos de carbono, a biomassa apresenta-se com muito mais oxigénio que os combustíveis fósseis convencionais, incluindo o carvão, correspondendo assim a cerca de 30 a 45 % da matéria seca (Tabarés *et al.*, 2000). No entanto, o carbono é o principal constituinte, tal como nos combustíveis fósseis, representando cerca de 30 a 60 % da matéria seca, seguindo-se o oxigénio. O terceiro composto com maior representação é o hidrogénio com cerca de 5 a 6 % da matéria seca. O azoto, enxofre e o cloro em último lugar com uma percentagem mais reduzida, cerca de 1 % da matéria seca, sendo no entanto responsáveis

pela formação de emissões poluentes. Caso disso é o azoto, fazendo este parte da constituição proteica das plantas e elemento indispensável para o crescimento das mesmas, sendo este composto responsável pelas emissões de NO e NO₂ (Jenkins *et al.*, 1996).

As propriedades e a composição dos combustíveis são estabelecidas através da análise dos mesmos. A análise instantânea, que se baseia na determinação do conteúdo em humidade, cinzas, matéria volátil e carbono fixo, permite recolher informações, em função da qual se estabelecerá o tipo de tecnologia a utilizar na sua combustão (Loução, 2008). Quanto à análise química/elementar, este processo consiste em determinar o conteúdo existente de carbono, hidrogénio, azoto, enxofre, humidade, metais presentes nas cinzas e oxigénio, sendo esta informação depois utilizada para a realização, por exemplo de balanços de massa e de energia (Loução, 2008).

As principais características que levam a afirmar que a biomassa é um bom combustível são: a sua facilidade de secagem, as baixas temperaturas de ignição, elevado teor em voláteis (Werther *et al.*, 2000), elevada taxa de combustão (Kanury, 1994), baixa energia de activação (Tabarés *et al.*, 2000) e o elevado poder calorífico que esta apresenta. Mas, por outro lado nem todas estas características se apresentam como benéficas, como é o caso da humidade, da granulometria, da densidade e da heterogeneidade dos materiais lenhosos que irão, por sua vez limitar a eficiência na combustão (Kanury, 1994).

Com a combustão da biomassa as emissões de poluentes resultantes subdividem-se em dois grupos principais. O primeiro grupo, contem as emissões de poluentes designados por inqueimados que são, resultantes dos equipamentos envolvidos e dos processos utilizados, enquanto o segundo grupo abrange as emissões essenciais a cada grupo de combustível (Werther *et al.*, 2000), mediante a origem da biomassa, como consta na tabela 2.1.

Tabela 2.1. – Principais fontes de emissões poluentes da combustão da biomassa (Werther *et al.*, 2000)

Combustível	Emissões
Todos os tipos de biomassa	CO, HCl, condensados, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, partículas
Todos os tipos de biomassa	NO _x , N ₂ O
Madeiras urbanas, palha, ervas, culturas energéticas	HCl, SO ₂ , KCl, K ₂ SO ₄ , NH ₄ Cl
Todos os tipos de biomassa	Cinzas
Biomassa com metais pesados	Pb, Zn, Cd, Cu, Hg, etc.

Relativamente ao primeiro grupo, onde estão inseridos os poluentes inqueimados, inclui-se também o CO, hidrocarbonetos, voláteis condensados, aromáticos, hidrocarbonetos policíclicos, etc. A formação destes poluentes acontece devido à baixa temperatura de combustão, ou seja, à escassa mistura combustível - ar e ainda, ao curto tempo de residência na câmara de combustão. Em sistemas de combustão de biomassa menos eficientes podem, observar-se valores até 1000-5000 mg/Nm³ de CO, 100 a 500 mg/Nm³ de HCl, 0,1- 1 mg/Nm³ de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e 150 a 500 mg/Nm³ de hidrocarbonetos (Werther *et al.*, 2000). De uma maneira generalizada, estas emissões podem ser reduzidas, dirigindo a combustão da forma a que esta atinja um grau de queima mais eficaz ou um menor teor de carbono nas cinzas, através de uma mistura adaptada combustível – comburente, temperaturas de combustão elevadas e adequado tempo de resistência na região de altas temperaturas (Werther *et al.*, 2000).

O teor de água presente na biomassa lenhosa fresca situa-se entre os 40% e 60%. As plantas verdes apresentam um teor de água um pouco mais elevado, isto é cerca de 80%.

Relativamente à biomassa com secagem ao ar livre, esta apresenta um teor de água que, dependendo da estação do ano e da humidade ambiental, varia entre os 12% e os 18% (Marques, 2009).

Podemos então enumerar algumas vantagens associadas à utilização de biomassa para fins energéticos:

- O menor percentual de poluição atmosférica global e localizado quando comparada à utilização de combustíveis fósseis;
- Estabilidade do ciclo do carbono;
- Maior emprego de mão-de-obra, uma vantagem no sentido que cria emprego;
- Relativamente a outras formas de energias renováveis, a biomassa, como energia química, tem posição de destaque por apresentar alta densidade energética, facilidades de armazenamento, de câmbio e transporte;
- A semelhança entre os motores e sistemas de produção de energia de biomassa e de energia fóssil é outra vantagem, dessa forma a substituição não teria um efeito tão grande nem na indústria de produção de equipamentos nem nas bases instituídas para transporte e produção de energia eléctrica.

Existem algumas situações mais desfavoráveis e que será necessário ultrapassar de modo a tornar esta tecnologia mais apelativa e aumentar a sua implementação nos panoramas energéticos. Sendo algumas dessas dificuldades:

- Tecnologias com custos elevados;
- Preocupações ambientais das populações locais;
- Inexistência de infra-estrutura e mercado de recursos;
- Custos de recolha, transporte e acondicionamento da biomassa;
- Os recursos mais interessantes em termos de externalidades (limpeza de florestas para evitar incêndios) não são os mais interessantes economicamente (difícil acondicionamento e baixo valor energético, quando comparado a combustíveis fósseis);
- A indústria madeireira já aproveita os seus resíduos para outros fins;
- Requer muita mão-de-obra, que é relativamente cara, tornando-se uma desvantagem para o responsável pela produção de biomassa para energia (Dias, A., s.d.).

O processo de “justificação” de centrais de biomassa passa pelo alegado contributo destas unidades para a redução dos fogos florestais em Portugal. Este é um argumento que capta facilmente a atenção do público, mas está ferido de algumas incorrecções.

Com efeito, para ser eficaz na prevenção de incêndios, uma central de biomassa deveria consumir preferencialmente matos e outra vegetação existente nas florestas. Este tipo de vegetação é caracterizado por ter grande volume por tonelada (ou por unidade energética), o que implica ter de recolher e transportar grandes volumes, para um ganho energético relativamente modesto.

O custo financeiro (e ambiental) de cortar, recolher e transportar este tipo de materiais é incomportável quando estão em causa longas distâncias. Nas condições actuais, a área de influência de uma central de biomassa onde é viável esta exploração encontra-se dentro de um raio de cerca de 45 km, ou seja 636 000 ha, os quais não são, por regra, 100% florestais. (Celpa e AIMMP, 2004). No entanto, nesta dissertação considerou-se uma distância máxima por rede viária de 60km, que pode não chegar a ultrapassar o raio económico em torno da central.

São várias e em permanente evolução as tecnologias e técnicas usadas para o aproveitamento da biomassa. A escolha da(s) técnica(s) e tecnologia(s) mais adequada(s) estão condicionadas por vários factores: densidade e estado da rede viária, tipo de povoamento, espécie, características físicas do terreno, características dos centros de consumo, eficiência, impacte ambiental que possam causar, etc. Todos estes factores são

ainda ponderados numa óptica de eficiência económica, ou seja, da obtenção de um maior rendimento financeiro.

Podemos destacar no aproveitamento de biomassa os seguintes processos:

- Recolha e transporte de biomassa em natureza: Este método consiste em recolher e efectuar o transporte da biomassa sem que esta passe por nenhum processo de compactação, nem de estilhaçamento;
- Processamento em estilha no local;
- Parques de pré-tratamento: armazenamento da matéria-prima, trituração e secagem natural ou forçada;
- Enfardamento da biomassa;
- Aproveitamento da árvore inteira;
- Sistema Feller-buncher: permite executar o mínimo de operações possíveis na exploração, de modo a rentabilizar todo o processo de colheita e transporte até à fábrica (Enersilva 2004 – 2007).

Existem vários métodos para a transformação de biomassa em energia, embora os mais utilizados sejam os termoquímicos e os biológicos (Fig. 2.1.).

Os métodos termoquímicos baseiam-se na utilização de calor como fonte de transformação da biomassa.

Existem três tipos de processos (que dependem da quantidade de oxigénio presente no momento da transformação):

- Combustão – a biomassa é submetida a altas temperaturas num contexto em que se regista um excesso de oxigénio. É o método tradicional de produção de calor nos processos domésticos e industriais ou de energia eléctrica.
- Pirólise – a biomassa é submetida a altas temperaturas (cerca de 500°C) na ausência de oxigénio. É utilizado na produção de carvão vegetal e na produção de combustíveis líquidos semelhantes aos hidrocarbonetos.
- Gaseificação – a biomassa é submetida a temperaturas muito altas na presença de quantidades limitadas de oxigénio, mas de modo a permitir uma combustão completa. Conforme se utiliza ar ou oxigénio, obtêm-se produtos diferentes. No caso de se utilizar ar, obtém-se um gás pobre que se pode utilizar para a produção de electricidade e vapor de água. No caso de se utilizar oxigénio puro, obtém-se um gás de síntese que pode ser transformado em combustível líquido.

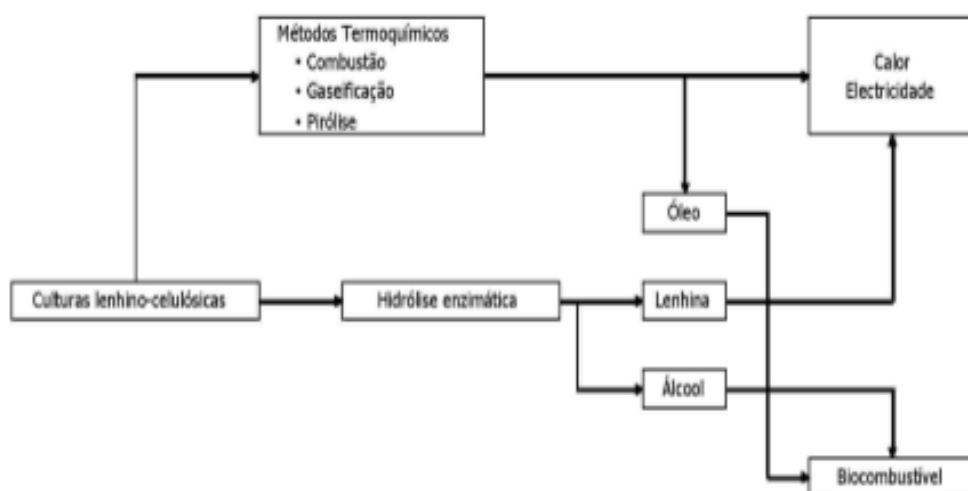


Figura 2.1. – Aproveitamento Energético de culturas ricas em lenhina/celulose (Ghislain Gosse, INRA)

Os métodos biológicos baseiam-se na utilização de diversos tipos de microorganismos que, por sua vez, transformam as moléculas em compostos mais simples, mas com alto valor energético. São métodos mais adequados a biomassas com elevado teor em humidade.

São exemplos destes métodos a fermentação alcoólica para produção de etanol e a digestão anaeróbia para a produção de metano.

A transformação da biomassa origina diferentes tipos de energia. Desta forma, pode ser produzida:

- Energia térmica – é a aplicação mais usual da biomassa. Os sistemas de combustão directa podem-se utilizar na confecção de alimentos, no aquecimento e nas secagens. É, ainda, possível aproveitar o vapor para produção de electricidade;
- Energia eléctrica – obtém-se a partir da transformação da biomassa proveniente de culturas energéticas e de resíduos industriais;
- Energia mecânica – resulta da utilização dos biocombustíveis, que permitem substituir, total ou parcialmente, os combustíveis fósseis.

Em síntese, a transformação de biomassa em energia depende, fundamentalmente, do tipo de biomassa e do uso que se pretende dar à energia produzida a partir dela (Brás, *et al.*, 2007).

Dada a grande variabilidade de possibilidades que o mercado oferece, a promoção da biomassa para fins energéticos depende muito das soluções escolhidas pelo utilizador/produzidor de energia, as quais devem ter em conta: a escala de implementação, o recurso disponível na área, o tipo de uso da energia, a proximidade do recurso e o custo da(s) forma(s) da matéria prima (biomassa em natureza, estilha, briquetes, pellets, lenha, etc.), entre outros. (Enersilva 2004 – 2007)

A *cogeração*, de forma simples, consiste na conversão de um tipo de combustível, por exemplo a biomassa, em electricidade e calor.

As centrais termoeléctricas convencionais convertem apenas 1/3 da energia do combustível em energia eléctrica. O restante são perdas sob a forma de calor. O efeito adverso para o ambiente derivado deste desperdício é óbvio. É imperativo aumentar a eficiência do processo de produção de electricidade. Um método para se conseguir isto é através da cogeração de energia eléctrica e calor, em que mais de 4/5 da energia do combustível é convertida em energia utilizável, resultando em benefícios financeiros e ambientais. Cogeração pode ser então definida como um processo de produção e exploração consecutiva (simultânea) de duas fontes de energia, eléctrica (ou mecânica) e térmica, a partir de um sistema que utiliza o mesmo combustível permitindo a optimização e o acréscimo de eficiência nos sistemas de conversão e utilização de energia.

A energia térmica proveniente de uma instalação de cogeração pode ser utilizada para produzir frio, através de um ciclo de absorção. Este processo “alargado” de cogeração é conhecido por trieração ou produção combinada de electricidade, calor e frio (Dias, A., s.d.).

A Estratégia Nacional para as Florestas (ENF) aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 114/2006, de 15 de Setembro, reconheceu a importância que o sector florestal representa para o desenvolvimento do País e destacou o valor dos recursos florestais para a sociedade nas suas diversas funções e valências económicas, sociais e ambientais.

Empenhado na redução da dependência energética externa, no aumento da eficiência energética e na redução das emissões de CO₂, o Governo Português definiu as grandes linhas estratégicas para o sector da energia. A Resolução do Conselho de Ministros 29/2010, de 15 de Abril, aprova a nova Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) tendo em consideração os objectivos para a política energética, definidos no Programa do XVIII Governo e dando continuidade às políticas já desenvolvidas.

A ENE 2020 altera e actualiza a anterior estratégia, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros 169/2005, de 24 de Outubro, definindo uma agenda para a competitividade, o crescimento e uma diminuição de dependência energética do País, através da aposta nas energias renováveis e na promoção da eficiência energética, assegurando a segurança do abastecimento energético e a sustentabilidade económica e ambiental do modelo energético nacional, contribuindo para a redução de emissões de CO₂.

Medidas propostas para as energias renováveis para 2020:

- Energia eólica: instalação de 2.000 MW de potência já atribuída até 2012; atingir 8.500 MW de potência instalada em 2020;
- Energia hídrica: 8.600 MW de capacidade instalada em 2020; implementação de um plano de acção para as mini-hídricas para o licenciamento de 250 MW; desenvolvimento de capacidade reversível;
- Biomassa: instalação efectiva da potência já atribuída (250 MW), introduzindo mecanismos de flexibilidade na concretização dos projectos; promoção da produção de biomassa florestal.
- Solar: 1.500 MW de potência instalada em 2020; actualização do Programa de Microgeração e introdução de um Programa de Minigeração; desenvolvimento de um novo *cluster* industrial baseado na energia solar de concentração, para projectos de demonstração; promoção da energia solar térmica.
- Ondas, geotermia e hidrogénio: implementação da zona piloto para a energia das ondas (250 MW em 2020); promoção de uma nova fileira na área da geotermia (250 MW em 2020); exploração do potencial do hidrogénio.
- Biocombustíveis e biogás: implementação efectiva das Directivas Europeias e das melhores práticas associadas aos biocombustíveis; exploração do potencial associado ao biogás proveniente da digestão anaeróbia de resíduos. (DGEG)

Relativamente à produção de energia a partir da biomassa:

- Criar uma rede nacional de centrais de biomassa florestal para reduzir o risco estrutural de incêndio.
- Lançamento de concursos para 15 Centrais:
 - 7 concursos para Centrais de 10-11 MVA;
 - 8 concursos para Centrais até 2 a 5 MVA;
 - Foram privilegiadas zonas com elevada fitomassa, elevado risco estrutural de incêndio e potência disponível evitando sobreposição com grandes “consumidores” de biomassa;
 - 100 MW num total de aproximadamente €225M de investimento;
 - Criação de postos de trabalho em actividades de recolha;
 - >1 Milhão de toneladas de biomassa retirado das florestas.

(ENE, 2020)

A promoção e garantia de um desenvolvimento sustentável dos espaços florestais e do conjunto das actividades da fileira florestal; a optimização do aproveitamento do potencial produtivo de bens e serviços florestais e dos sistemas naturais associados, no respeito pelos seus valores multifuncionais; e a promoção da gestão do património florestal nacional, nomeadamente através do ordenamento das explorações florestais e da dinamização e apoio ao associativismo; são alguns dos principais objectivos da política florestal nacional, consagrada na Lei de Bases da Política Florestal, Lei nº 33/96, de 17 de Agosto.

A organização dos espaços florestais faz-se, em cada região, através de planos de ordenamento florestal, numa óptica de uso múltiplo e de forma articulada com os planos regionais e locais de ordenamento do território. Por conseguinte, os planos regionais de ordenamento florestal (PROF) são elaborados pelo organismo público legalmente competente, Autoridade Florestal Nacional, em colaboração com os detentores das áreas abrangidas, submetidos a consulta pública e aprovados pelo Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (MADRP). O PROF é, assim, um instrumento que estabelece normas específicas de utilização e de exploração do espaço florestal. Numa escala de intervenção territorial menos abrangente, os Planos de Gestão Florestal (PGF) constituem ferramentas fundamentais de administração de espaços florestais que, tendo em atenção as orientações presentes no PROF, definem no espaço e no tempo, as intervenções a realizar, tendo como objectivo a produção sustentada dos bens e serviços por eles proporcionados e tendo em consideração as diversas actividades e utilizações dos espaços envolventes.

No entanto, é importante ter em consideração que grande parte da área total nacional florestada encontra-se na posse de proprietários privados, correspondendo, em Portugal Continental, a propriedade privada a 2,8 milhões de hectares de espaços florestais arborizados, ou seja, 84,2% do total, representando as áreas públicas 15,8%, dos quais apenas cerca de 2% são do domínio privado do Estado. Uma vez que a grande fragmentação da propriedade coloca obstáculos à obtenção de áreas mínimas de gestão, compete ao Estado dinamizar a constituição de explorações florestais com dimensão que possibilite ganhos de eficiência na sua gestão, através de incentivos ao agrupamento de explorações e ao emparcelamento de propriedades, desincentivando o seu fraccionamento. O Governo decidiu, por conseguinte, criar o enquadramento legal necessário para a constituição de zonas de intervenção florestal (ZIF), isto é, áreas territoriais contínuas e delimitadas, constituídas essencialmente por espaços florestais e submetidas a planos de gestão florestal e a planos específicos de intervenção florestal, com uma única entidade responsável pela gestão de cada uma destas zonas, que podem compreender um mínimo de 750 hectares e incluir 50 proprietários ou produtores florestais (Decreto-Lei n.º 127/2005, de 5 de Agosto, alterado pelo Decreto-Lei nº 15/2009, de 14 de Janeiro).

De modo a dar cumprimento ao disposto na Lei de Bases da Política Florestal e apoiar a gestão florestal sustentável, foi criado, em 2004, o Fundo Florestal Permanente (FFP) (Decreto-Lei n.º 63/2004, de 22 de Março). Assim, com o seu novo Regulamento de Gestão e Apoios do Fundo Florestal Permanente, aprovado pela Portaria n.º 1338/2008, de 20 de Novembro, este fundo visa apoiar projectos de planeamento, gestão e intervenção florestal, de sustentabilidade florestal e de investigação e assistência técnica.

Outro instrumento importante para a promoção da gestão sustentável das florestas é o processo de Certificação da Gestão Florestal, isto é, a acreditação do processo de gestão mediante certificação emitida por entidades competentes. Com a certificação é assegurado o cumprimento de critérios legais, sociais e ambientais. Este sistema, ainda de carácter voluntário, é um instrumento auto-regulador, suportado por representantes da fileira da biomassa, como os produtores florestais ou empresários da exploração florestal. No entanto, uma vez que toda a cadeia de responsabilidade, desde a floresta ao consumidor, é certificada, a certificação permite ao produtor vender o seu produto a um preço mais nobre e/ou aceder a mercados que de outro modo seriam inacessíveis.

Assim, uma das condicionantes à utilização da biomassa florestal é a sua dispersão pelo território nacional, o que dificulta, por vezes, o acesso a este recurso, tornando o seu transporte oneroso. Assim, de modo a tornar o transporte da biomassa economicamente mais viável, foi contemplado na nova Estratégia Nacional para a Energia, ENE 2020, a criação de parques intermédios de recolha e estilhaçamento de biomassa, e de plataformas de armazenamento intermédio.

Por outro lado, as organizações de produtores florestais (OPF) têm, nas últimas duas décadas, desempenhado um papel preponderante no apoio à gestão florestal. Através da cooperação e união de produtores é possível ultrapassar o problema estrutural do minifúndio,

permitindo a constituição de unidades com dimensão suficiente para uma gestão florestal racional, sustentável e economicamente viável. Assim, com o objectivo de promover as OPF, entrou em vigor a Portaria n.º 118-A/2009, de 29 de Janeiro, que aprova o Regulamento de Enquadramento e Apoio às Organizações de Produtores Florestais.

Considera-se também de enorme importância a inventariação dos recursos existentes e o regime de propriedade. O Decreto-Lei n.º 224/2007, de 31 de Maio, que cria o Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral, coordenado pelo Instituto Geográfico Português, pretende viabilizar a existência de cadastro predial em Portugal, enquanto conjunto de dados exaustivo, metódico e actualizado, caracterizador e identificador das propriedades existentes no território nacional.

Foi criado um grupo de trabalho para as culturas energéticas (GTCE), liderado pela AFN, que engloba entidades públicas e privadas, das áreas da floresta, da energia e do ambiente, o qual tem como objectivo identificar barreiras e oportunidades para a promoção de culturas energéticas para a produção de biomassa, nomeadamente, através da identificação das espécies mais adequadas, do tipo de práticas culturais associadas e dos respectivos impactos sobre o território, para além de barreiras não técnicas, em especial as regulamentares, de forma a perspectivar a sua introdução em áreas não agrícolas.

Foi apresentado pelos responsáveis governamentais da área da Energia e das Florestas, um conjunto complementar de medidas que visam promover ainda mais ao aumento da disponibilidade da biomassa, apostando em particular:

- 1- Na promoção do investimento florestal (arborização, reconversão e beneficiação de povoamentos);
- 2- No apoio à certificação florestal como forma de garantir e motivar a gestão profissional das florestas e consequentemente o aumento da sua produtividade;
- 3- Na criação de um Observatório da Biomassa de forma a monitorizar o impacto da utilização de Biomassa na floresta portuguesa e nos sectores industriais utilizadores de madeira e biomassa;
- 4- Na promoção da instalação de culturas energéticas com base nos resultados do trabalho do GTCE.

Finalmente, com o objectivo de centralizar os assuntos relativos à promoção da valorização da biomassa para a produção de energia, a ENE 2020 elege como uma das prioridades nesta área, a dinamização do Centro da Biomassa para Energia, visando a criação de um centro de investigação, certificação e coordenação global a nível da biomassa, em articulação entre o MEID, o MADRP e o MAOT (PNAER 2009).

O aproveitamento da biomassa gerada nas matas em resultado da execução das acções de instalação, gestão e extracção de produtos florestais constitui um importante contributo para a energia, facto já consignado no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), que considera a biomassa e outros subprodutos e produtos florestais com um papel potencial para o aproveitamento energético.

Apesar das indústrias florestais estarem a utilizar cada vez mais biomassa para a produção de energia, a maior parte desta biomassa provém de resíduos da actividade madeireira ou industrial e não da recolha da biomassa combustível da floresta. De qualquer maneira é importante assinalar que a indústria respondeu positivamente aos incentivos oferecidos no passado. Através do Programa Prime e da medida MAPE, as unidades industriais concretizaram projectos de aproveitamento energético utilizando biomassa florestal em instalações de cogeração (ENF 2006).

As culturas energéticas são uma realidade nova, que pela sua especificidade e importância, deverá ser contemplada no Código Florestal - Decreto-Lei n.º 254/2009, de 24 de Setembro.

As espécies florestais com interesse energético são folhosas de rápido crescimento que têm um vasto enquadramento legislativo. Importa acabar na generalidade com as excepções

legislativas às espécies de rápido crescimento e enquadrá-las no conjunto da legislação florestal, o Código Florestal, sem criar especificidades que na sua maioria não se justificam, sendo hoje a legislação florestal comum e os mecanismos de certificação florestal suportes suficientemente fortes para acautelar as preocupações de carácter ambiental e económico (Direcção Nacional das Fileiras Florestais 2010).

2.2 A Central Termoeléctrica de Sines

A Central Termoeléctrica de Sines ocupa uma área total de 1 275 721 m² (cerca de 128 hectares), dividida e afecta às seguintes actividades: 846 587,40 m² da plataforma da Central, 343 112 m² dos aterros, 71 000 m² da zona da refrigeração e 15 021,8 m² para o tapete transportador de carvão. Desta área, 1 160 788 m² (cerca de 116 hectares) estão construídos/ocupados/impermeabilizados para permitir o normal desenvolvimento da actividade da Central. A restante área corresponde a zonas verdes ou ajardinados e terreno virgem/não impermeabilizado (Declaração Ambiental EDP, 2012).

O Grupo EDP é liderado pela EDP – Energias de Portugal, S.A. e tem por objecto a promoção, dinamização e gestão, por forma directa ou indirecta, de empreendimentos e actividades na área do sector energético.

O Grupo EDP é constituído por uma Fundação e por um conjunto de Empresas, geridas funcionalmente como unidades de negócio, operando no sector energético em várias geografias, com uma actividade maioritária no sector da produção e distribuição de energia eléctrica.

A EDP Gestão da Produção de Energia, S. A., adiante designada como EDP Produção, é a empresa do Grupo EDP que tem como finalidade a produção, compra e venda, importação e exportação de energia resultante da exploração de instalações próprias ou alheias, garantindo a evolução sustentada do sistema electroprodutor nacional.

A Produção Térmica é a Direcção da EDP Produção que tem por missão garantir a optimização da gestão do conjunto de activos térmicos, promovendo a exploração dos Centros de Produção de acordo com critérios de operacionalidade e fiabilidade estabelecidos, maximizando resultados, cumprindo e fazendo cumprir as normas de segurança e ambientais.

Actualmente, a Direcção de Produção Térmica (DPT) tem a responsabilidade da gestão e exploração de um parque termoeléctrico, constituído por cinco Centros de Produção que integram instalações de diversificada tecnologia e fonte energética primária, designadamente: uma central convencional a carvão (Sines), duas centrais de ciclo combinado a gás natural (Ribatejo e Lares), duas centrais convencionais a fuelóleo (Setúbal e Carregado⁵) e uma central de turbinas a gás utilizando gasóleo (Tunes). A Central do Barreiro finalizou a produção de energia eléctrica em 31 de Dezembro de 2009, tendo encerrado a sua actividade no final do primeiro trimestre de 2010.

No ano de 2011, a produção bruta de energia eléctrica da EDP Produção foi de 25499 GWh, dos quais 11651 GWh tiveram origem nas centrais termoeléctricas geridas pela Direcção de Produção Térmica com a participação percentual indicada na figura 2.2.:

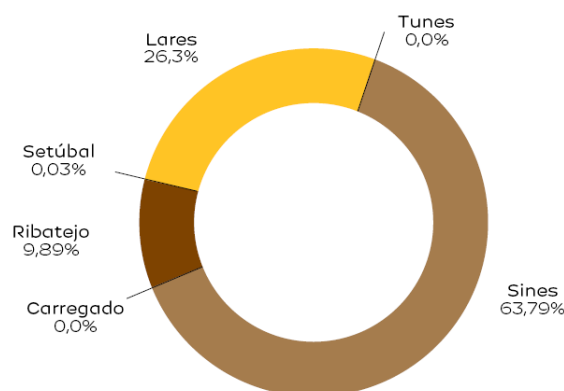


Figura 2.2. - Distribuição da produção pelas centrais termoeléctricas da DPT no ano 2011 (Declaração Ambiental EDP, 2012).

Desde 2010 que todas as instalações termoeléctricas da DPT dispõem de um Sistema de Gestão Ambiental certificado pela norma NP EN ISO 14001:2004.

Procurando a constante melhoria do desempenho ambiental das suas instalações, a EDP Produção decidiu definir como objectivo para algumas das suas instalações o registo no Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria (EMAS) (Declaração Ambiental EDP, 2012).

A Central Termoeléctrica de Sines situa-se na costa alentejana, cerca de 8 km a sudeste da cidade de Sines, junto à praia de São Torpes.

A sua construção teve início em 1979 e a sua conclusão em 1989, tendo o primeiro grupo iniciado o serviço industrial em 1985.

É constituída por quatro grupos geradores idênticos, independentes entre si e com potência eléctrica unitária de 314 MW. Cada um dos grupos inclui um gerador de vapor de circulação natural (GGV), um grupo turbo-alternador (GTA) e um transformador principal.

A produção de vapor é assegurada por caldeiras que produzem vapor sobreaquecido à temperatura de 535°C, à pressão de 167 bar e reaquecido à mesma temperatura e à pressão de 44 bar, com um caudal de vaporização de 950 t/h.

Com o grupo gerador à carga nominal de 314 MW e com carvão de poder calorífico igual ao de projecto, o GGV consome cerca de 116 t de carvão por hora, o que, em laboração permanente, pode atingir um consumo diário de 11 000 t. O arranque dos GGV é efectuado por dois circuitos de combustível auxiliares, sendo um de fuelóleo, para o arranque das caldeiras e o outro de gás propano, comum aos quatro grupos, para acendimento do fuelóleo.

Cada GGV é provido de queimadores de baixa emissão de óxidos de azoto (NOx) e a regulação da queima é concebida de modo a garantir uma combustão com excesso de ar, optimizando as perdas por não queimados nas cinzas e as perdas pelos gases de combustão. Por cima dos queimadores encontram-se as entradas de “Boosted Over Fire Air” (BOFA) – medida primária, que permite a redução das emissões de NOx.

A câmara de combustão funciona com uma ligeira depressão mantida por meio de ventiladores de tiragem induzida situados entre os precipitadores e a chaminé.

A Central possui um gerador de vapor auxiliar do tipo gás tubular, que consome gasóleo e permite produzir vapor na fase de arranque dos grupos e quando estes estão todos fora de serviço. O vapor aqui produzido destina-se ao aquecimento e atomização do fuelóleo, pré-aquecimento dos tanques de água de alimentação, produção de vácuo para os ejectores de arranque (formação de vácuo no condensador), extinção de incêndio nos moinhos e pré-aquecimento de ar a vapor.

Cada grupo está equipado com precipitadores electrostáticos que têm como missão retirar as partículas (cinzas volantes) que se encontram nos gases de combustão provenientes da queima. Os precipitadores possuem uma eficiência superior a 99,5%.

Como resultado da combustão do carvão são ainda produzidas as escórias que caem no cinzeiro da caldeira (base da caldeira) de onde são retiradas por via seca por intermédio de um equipamento mecânico de arrastamento.

Os gases de combustão emitidos pela Central são previamente tratados em unidades de dessulfuração para reduzir o teor de dióxido de enxofre (SO_2). Os gases passam em contracorrente por uma solução de calcário que permite a absorção do dióxido de enxofre. Um dos fluxos de saída desta unidade é os efluentes gasosos com baixo teor em SO_2 (eficiência de tratamento mínima de 95%) que são encaminhados para a chaminé, e o outro fluxo de saída é o produto da reacção do calcário com o SO_2 , o sulfato de cálcio bihidratado, igualmente denominado gesso. Por se tratar de um processo de lavagem de gases húmido, ocorre ainda a redução da emissão de partículas e de outros elementos presentes nos gases como os compostos fluorados e clorados (Declaração Ambiental 2012, EDP).

Iniciou-se em 2009 e concluiu-se em 2011, a instalação de sistemas de desnitrificação em cada grupo, pelo processo de Redução Catalítica Selectiva (SCR – Selective Catalytic Reduction), que permitirão reduzir significativamente (acima de 80%) as emissões de óxidos de azoto (NO_x). Os sistemas localizam-se a montante do precipitador electrostático. O processo SCR consiste em fazer passar os gases de combustão por um catalisador que reduz selectivamente os componentes existentes nos gases, como o monóxido de azoto (NO) e o dióxido de azoto (NO_2) a azoto molecular (N_2) e a vapor de água (H_2O), pela acção do agente redutor amoníaco (NH_3) que é adicionado na corrente gasosa antes do reactor. O amoníaco é preparado numa estação dedicada (uma por grupo), onde a solução de amónia (solução diluída de amoníaco) é evaporada e o amoníaco produzido é diluído com ar e injectado nos gases de combustão.

Cada grupo turbo/alternador é constituído por uma turbina e um alternador. A energia térmica contida no vapor produzido nos GGV é transformada em energia mecânica através da expansão do vapor que promove a rotação da turbina. Cada turbina tem um corpo de alta pressão que recebe o vapor sobreaquecido, um corpo de média pressão que recebe o vapor reaquecido e dois corpos de baixa pressão que recebem o vapor evacuado do corpo de média pressão. O vapor evacuado dos corpos de baixa pressão da turbina é condensado no condensador do qual, já no estado líquido, é extraído e enviado, por meio de bombas, para o circuito de alimentação à caldeira. A turbina encontra-se acoplada por um rotor ao alternador que gera energia eléctrica a uma tensão de 18 kV, controlada instantaneamente por um sistema de excitação tipo estático.

O parque de alta tensão, ligado à subestação de Sines por linhas aéreas, está equipado com quatro transformadores principais de 340 MVA cada e com os respectivos quatro transformadores auxiliares de grupo de 50 MVA. O transformador do grupo 1 eleva a tensão de 18 kV para 150 kV, destinando-se essencialmente ao abastecimento da zona sul do país. Os restantes elevam a tensão para 400 kV.

A Central está também ligada à subestação de Sines por uma linha de 60 kV destinada a receber energia para os serviços auxiliares na situação de todos os grupos parados. (Declaração Ambiental 2012, EDP)

O abastecimento de carvão é efectuado a partir da descarga de navios de 150 000 t no cais mineraleiro do porto de Sines. O transporte até ao parque de carvão é efectuado por meio de um conjunto de telas transportadoras cobertas e de torres de transferência.

Uma vez no parque de carvão, por meio de duas máquinas de empilhamento, são formadas quatro pilhas activas de 150 000 t cada e, por meio de pás carregadoras e camiões de transporte, uma pilha passiva de 700 000 t. Através de máquinas de retoma e de um conjunto de telas transportadoras cobertas e torres de transferência, o carvão é enviado para queima nos geradores de vapor. Os silos descarregam sobre os alimentadores respectivos. De cada alimentador, o carvão é enviado para o moinho, onde é seco, finamente pulverizado e transportado, por uma corrente de ar aquecido, para os queimadores.

Na estação de captação de água do Oceano Atlântico, a água passa através de grelhas e tambores filtrantes antes de chegar à admissão da electrobomba (uma por grupo), com um caudal de cerca de 10 m³/s, que a envia para o condensador. Paralelamente, e com o objectivo de controlar o crescimento de organismos marinhos na água do circuito de refrigeração principal, a Central utiliza a água do mar para produzir, por electrólise, uma solução de hipoclorito de sódio que é injectada directamente no circuito de refrigeração.

A água captada é descarregada para os canais de rejeição depois de realizar a permuta de calor com o vapor, descarregado pelas turbinas de baixa pressão, ao circular pelo interior do condensador. Na água do circuito de refrigeração principal rejeitada é monitorizada a temperatura e analisado periodicamente o cloro residual.

Antes da restituição ao Oceano e aproveitando o elevado caudal e o desnível existente entre o condensador e o local da rejeição, foi instalado em cada grupo, uma turbina de recuperação (mini-hídrica) que permitem recuperar parte da energia necessária à captação da água para a condensação do vapor.

A água consumida na Central, nomeadamente para a compensação dos GGV, é fornecida pela empresa Águas de Santo André (AdSA) e é tratada numa instalação por permuta iónica (ITA). Esta instalação é constituída por 4 linhas de tratamento primário que compreendem um processo de filtração com carvão activado e um processo de desmineralização por resinas catiónicas e posteriormente aniónicas e por 3 linhas de tratamento final, constituídas por um leito misto de resinas catiónicas e aniónicas. A regeneração das resinas é realizada com injeção de ácido clorídrico (catiónicas) e hidróxido de sódio (aniónicas). A água fornecida pela AdSA é ainda utilizada em quantidade considerável na instalação de dessulfuração (Declaração Ambiental 2012, EDP).

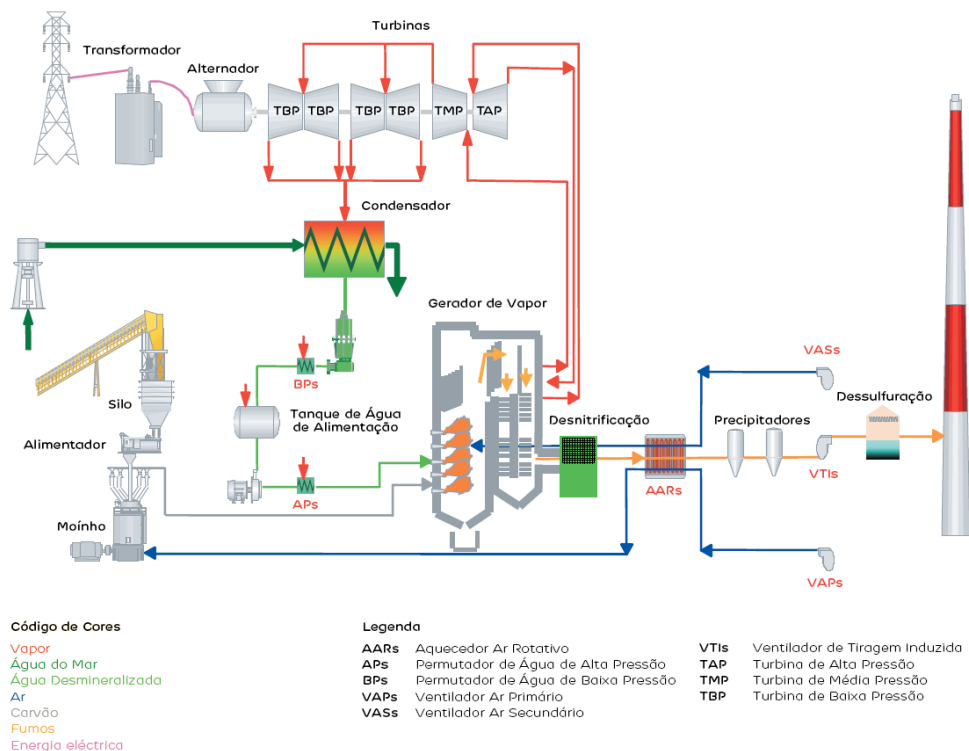


Figura 2.3. - Esquema simplificado do funcionamento da central. (Declaração Ambiental EDP, 2012)

Nos termos da legislação relativa à Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) foi concedida a Licença Ambiental (LA) n.º 300/2009 à Central Termoelétrica de Sines, bem como o 1º aditamento à referida LA.

A LA tem em consideração os documentos de referência sobre as melhores técnicas disponíveis para os sectores de actividade abrangidos pelo Diploma PCIP e inclui todas as medidas necessárias a fim de assegurar a protecção do ar, da água e do solo, e de prevenir ou reduzir a poluição sonora e a produção de resíduos, com o objectivo de alcançar um nível elevado de protecção do ambiente no seu todo. São pois estabelecidos na LA 300/2009, os Valores Limite de Emissão (VLE) que deverão ser respeitados nos aspectos ambientais referidos. Nas situações em que a LA não estabelece os VLE, consideram-se os impostos pela legislação específica em vigor.

Nos indicadores a seguir apresentados será sempre feita referência aos VLE aplicáveis (LA ou legislação em vigor), bem como ao cumprimento dos mesmos.

Na tabela 2.2. apresenta-se a produção total de energia eléctrica da Central de Sines e a energia eléctrica gerada nas turbinas de recuperação nos anos de 2009 a 2011. A menor utilização da Central nos anos de 2010 e 2011, comparativamente a 2009, traduz-se naturalmente na redução da produção de energia eléctrica, sendo que isso deveu-se, em 2010, a paragens programadas, para instalação da desnitrificação, e a razões do mercado de energia eléctrica, em 2011 exclusivamente a esta última razão.

Tabela 2.2. - Produção total de energia eléctrica da Central e das turbinas de recuperação nos anos 2009 a 2011. (Declaração Ambiental EDP, 2012)

	2009	2010	2011
Produção	Total (GWh)		
Energia Elétrica da Central	9 516	5 322	7 432
Energia Elétrica das Turbinas de Recuperação	17	10	11

O carvão é a principal matéria-prima utilizada no processo de produção de electricidade na Central Termoelétrica de Sines.

O carvão consumido na Central de Sines no ano 2011, apresentava para o parâmetro enxofre, um valor máximo de 1,2% (considerando-se o teor médio mensal ponderado), sendo assim cumprido o VLE estabelecido na LA 300/2009 que é de 1,2%.

Na tabela 2.3. apresenta-se o consumo total e específico dos restantes combustíveis utilizados na Central, nomeadamente o fuelóleo, que é utilizado no acendimento das caldeiras, antes da queima a carvão e nas variações de carga, sempre que um queimador a carvão é desligado; o gasóleo, utilizado nas máquinas diesel que produzem energia eléctrica em situações de emergência, nas bombas diesel de incêndio e na caldeira auxiliar; e o gás propano, que é usado no acendimento inicial dos queimadores, antes da queima a fuelóleo.

Refira-se, ainda, que para minimizar os impactes ambientais associados aos arranques dos grupos, recorreu-se à queima de uma mistura de 60% de fuelóleo com 40% de gasóleo, que se denominou de light-fuel. Este consumo de gasóleo está reflectido nos valores apresentados na tabela 2.3., para este combustível.

O regime de exploração a que a Central foi sujeita em 2011, com um número superior de variações de carga e de arranques face a 2009, implicou o aumento do consumo dos combustíveis associados a estas situações particulares de exploração, concretamente o fuelóleo e o gasóleo. Relativamente a 2010, o ano de 2011 foi menos marcado por arranques a frio, o que se reflecte na menor utilização de light-fuel e consequentemente no menor consumo de gasóleo, tendo, no entanto, apresentado também um número significativo de variações de

carga (desligar de moinhos de carvão e acendimento de queimadores a fuelóleo), pelo que o consumo de fuelóleo é similar.

Tabela 2.3 - Consumo total e específico de combustíveis nos anos 2009 a 2011 (Declaração Ambiental EDP, 2012).

	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Consumo	Total (toneladas - t)			Específico (t/GWh)		
Carvão	3 191 695	1 823 921	2 636 539	335	343	355
Fuelóleo	7 785	9 794	9 069	0,8	1,8	1,2
Gasóleo	88	339	179	0,009	0,064	0,024
Propano	25	23	21	0,003	0,004	0,003

Para além dos combustíveis, o processo de produção de energia eléctrica implica a utilização de outras matérias-primas, nomeadamente de calcário, produtos químicos e gases.

A Central de Sines dispõe de um aterro que se destina, exclusivamente, à deposição de resíduos não perigosos associados à combustão do carvão, concretamente as escórias de carvão e as cinzas volantes de carvão não conforme.

A área ocupada por este aterro é de cerca de 11 hectares e tem uma capacidade de cerca de 1 253 000 t, sendo que, no final de 2011, encontravam-se depositadas 1 089 771 t de resíduos (escórias + cinzas de carvão), correspondentes a um volume de igual valor numérico.

Atendendo à situação económica do País, a valorização de escórias, assim como do subproduto cinzas volantes, sofreu uma redução significativa no seu mercado, não tendo a Central de Sines conseguido, no caso das escórias, praticamente valorizar qualquer quantidade e, no caso das cinzas volantes, a quantidade depositada em aterro aumentou significativamente. Estes factos significaram uma inversão no objectivo praticado nos anos anteriores de redução do passivo ambiental da Central, isto é, redução da quantidade de resíduos depositados no Aterro CEC.

Em 2007, a EDP Produção tomou a decisão de reduzir o passivo ambiental existente neste aterro, e iniciou a remoção dos resíduos para outro destino final autorizado. Através deste processo foi concluída em 2009 a remoção dos resíduos perigosos do aterro CFO, ficando para 2010 o início do processo de remoção das bases do aterro e das terras de enchimento, finalizando-se depois administrativamente a actividade de gestão do aterro CFO. A remoção das bases e das terras de enchimento foi concluída no 1º trimestre de 2011, tendo-se contabilizado 18 705 t de saída destes resíduos para destino final adequado. O processo de desativação do aterro CFO foi assim concluído.

As cinzas volantes de carvão captadas nos precipitadores electrostáticos são comercializadas para a indústria do cimento e do betão, sempre que as suas características físico-químicas estejam em conformidade com a normalização existente.

Conforme referido anteriormente, a partir de 31 de Dezembro de 2010, todo o gesso produzido de acordo com as normas do EUROGYPSUM passou a ser considerado subproduto, sendo valorizado como matéria-prima da indústria química (para produção de hemidrato) ou da indústria transformadora (produção de placas de gesso).

A produção e venda de cinzas volantes de carvão em 2010 e 2011 registou uma redução face a 2009, consentânea com a redução do funcionamento da Central, e para 2011 acresce a redução da procura da cinza volante por parte do mercado, em especial no último trimestre do ano.

Segundo a LA n.º 300/2009, as medições de ruído (período diurno – das 7 às 20 horas, período do entardecer – das 20 às 23 horas e período nocturno – das 23 às 7 horas), deverão ser repetidas sempre que ocorram alterações na instalação, que possam ter implicações ao nível do ruído ou, se estas não tiverem lugar, com uma periodicidade máxima de 5 anos (por este critério a próxima medição será em 2015), de forma a verificar o cumprimento dos critérios de exposição máxima e de incomodidade previstos nos art.ºs 11º e 13º do Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, tendo sido realizada uma campanha no ano 2010, cujos resultados podem ser analisados na DA de 2009, que demonstrou o cumprimento dos valores limites estabelecidos legalmente.

O volume de água captada no oceano Atlântico, estando directamente ligado à produção de energia eléctrica, registou naturalmente uma redução nos anos de 2010 e 2011 face a 2009, pelas razões já registadas da redução do funcionamento da Central nesses anos face ao ano de referência (2009).

Relativamente à medição do cloro livre residual na saída dos condensadores, o valor médio anual obtido em 2011 a partir dos valores médios mensais foi de 0,16 mg/l e o valor máximo diário foi de 0,42 mg/l, cumprindo-se assim o VLE definido de 0,5 mg/l.

A medição da temperatura da água restituída ao oceano Atlântico após utilização na refrigeração dos condensadores é realizada através de termografia aérea com medição da temperatura em coluna de água (a diferentes profundidades), devendo ser executada de dois em dois anos, no verão e no inverno conforme exigido na LA n.º 300/2009.

Estando pendente a realização da termografia no período de inverno do ano 2009, pelas razões oportunamente comunicadas à Autoridade Competente, planeou-se realizar a termografia no inverno de 2010. A realização da termografia no inverno reveste-se de elevada dificuldade, atendendo aos aspectos operacionais e logísticos envolvidos, nomeadamente: funcionamento simultâneo dos quatro grupos da Central, disponibilidade do equipamento de termografia e de helicóptero e condições de navegação adequadas à realização da medição em coluna de água junto ao canal de rejeição. Criadas as duas primeiras condições, no inverno de 2010, tentou-se, então, realizar o ensaio termográfico na sua totalidade (termografia + medição em coluna de água), mas as condições de navegação não permitiram a medição em coluna de água da temperatura.

Ficando então para 2011 a realização da termografia, foi possível reunir as condições necessárias à realização dos ensaios completos no período de verão e inverno de 2011. Os resultados obtidos permitiram verificar o cumprimento do VLE imposto na LA n.º 300/2009 - acréscimo de 3º C face à temperatura do meio receptor sem influência da água restituída pela Central, medida a temperatura a 30 metros do ponto de descarga no meio receptor e considerando a média dos valores obtidos a diferentes profundidades.

2.3 Os Sistemas de Informação Geográfica

Ao longo das últimas décadas numerosos artigos de jornais e revistas, conferências e eventos da especialidade, organizações académicas e profissionais, e programas de estudo oferecidos pelas mais variadas instituições de ensino adoptaram nos seus títulos designações que combinam os termos Informação, Geográfica (ou Espacial) e Ciência (ou Teoria) (Goodchild, 2004).

O conhecimento espacial assume, desde há longa data, uma importância crítica no desenvolvimento das actividades humanas e no modo como o homem interage com o espaço. A possibilidade de se conhecer a localização geográfica de um fenómeno, de se estabelecer relações com outros elementos do território, de identificar padrões espaciais, ou de tomar decisões com base nas suas características geográficas são só alguns exemplos de como a informação e o conhecimento espaciais desempenharam ao longo dos tempos um papel preponderante no desenvolvimento social, político e económico da humanidade. De facto quase todos os fenómenos com que somos confrontados diariamente assumem uma expressão territorial. Representar, analisar e conhecer a dimensão espacial associada a esses fenómenos constitui um dos principais desafios que se colocam aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A tecnologia SIG evoluiu a partir da cartografia temática por via da combinação de crescentes capacidades computacionais, aperfeiçoamento de técnicas analíticas e renovado interesse nos problemas e responsabilidades ambientais/sociais. Neste contexto, as operações de análise espacial, através da sobreposição de temas, permitem traçar uma fronteira temporal e identificar a génese das abordagens que, mais tarde, integradas em novas ferramentas computacionais, viriam a dar lugar ao que hoje designamos como “Sistema de Informação Geográfica” (Parent and Church 1987).

Neste contexto, os Sistemas de Informação Geográfica tendem a ser vistos como importantes ferramentas de apoio à resolução de problemas geográficos (Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2005). Porém, e tal como sucede com outras ferramentas computacionais, a utilização dos SIG encerra frequentemente um conjunto de questões que nem sempre têm uma resposta imediata, satisfatória ou consensual.

A partir da década de 60, com a emergência dos Sistemas de Informação Geográfica e o desenvolvimento da Cartografia Automática, um conjunto de desafios conceptuais e problemas computacionais relacionados com a utilização da informação geográfica passaram a merecer a atenção da comunidade científica e dos meios académicos.

Apesar de, na sua essência, muitos dos problemas que se levantaram não serem novos, o contexto sobre os quais passaram a ser perspectivados veio alterar o modo como questões, até então consideradas fundamentais, passaram a ser apercebidas e formuladas. Muitas das novas abordagens beneficiaram dos enfoques provenientes de diferentes áreas disciplinares (Geografia, Cartografia, Geodesia, Ciências da Computação, Matemática, entre outras), que convergiram no sentido de dar resposta aos novos desafios colocados pela utilização das tecnologias de informação geográfica.

Apesar dos avanços tecnológicos terem implicado profundas mudanças cognitivas e epistemológicas nas abordagens de gestão e análise da informação geográfica e dos modos de resolução dos problemas geográficos, só a partir da década de 80 a ideia de que poderia existir um novo campo de estudo académico - uma ciência - por detrás das tecnologias de software SIG começou a ganhar expressão e significado.

O termo “Ciência da Informação Geográfica” (GIScience) foi introduzido pela primeira vez num artigo de Goodchild publicado em 1992 no *International Journal of Geographical Information Systems* (Goodchild, 1992). Nesse artigo Goodchild descreve a Ciência da Informação Geográfica como o domínio do conhecimento da Ciência da Informação que lida com a informação geográfica.

A Ciência da Informação Geográfica (CIG) é uma nova disciplina que emergiu no contexto da Revolução Quantitativa e da evolução da Cartografia Digital. O seu desenvolvimento surge associado aos rápidos progressos tecnológicos e computacionais que ocorreram nos últimos 30 anos.

Contudo, até meados da década de 90 o termo “Sistemas de Informação Geográfica” (SIG) foi aquele que perdurou, denotando o enfoque colocado nos aspectos tecnológicos em detrimento de outras questões suscitadas pelo uso da informação geográfica.

Após a publicação do artigo de Goodchild (Goodchild, 1992), ainda que de modo descontinuado, o termo “Ciência da Informação Geográfica” passou a ser utilizado para designar os fundamentos teóricos associados às tecnologias de informação geográfica, incluindo os aspectos cognitivos relacionados com a produção e representação do conhecimento geográfico, teorias das bases de dados, métodos de análise espacial, técnicas de visualização da informação geográfica, entre outros.

A Ciência da Informação Geográfica (CIG) é um campo de pesquisa experimental que toma o espaço geográfico por objecto de estudo, a informação geográfica como princípio refutável e o sistema de informação geográfica (SIG) como ferramenta disciplinar.

A CIG desenvolve uma investigação científica sistemática sobre a representação e visualização dos elementos geográficos e a compreensão e explicitação dos processos espaciais.

A singularidade da CIG reside no modo particular como, ao conciliar os aspectos tecnológicos, cognitivos e conceptuais, gera novos contextos de (re)formulação dos problemas geográficos e (re)cria ambientes que estimulam e desafiam o pensamento e o conhecimento espaciais. Estes contextos e ambientes dependem dos fluxos desencadeados pelo uso da informação geográfica, i.e., modo como teoria, conceitos, dados, tecnologia, métodos, indivíduos e sociedade interagem e percorrem o continuum CIG-SIG. (Painho, 2010)

2.4 Resumo Temático

A biomassa como energia renovável assume um papel importante não só como obtenção de energia “limpa”, mas também como prevenção de incêndios florestais, que ano após ano continuam a ser um risco ambiental muito sério.

As políticas de intervenção, apesar de reconhecerem o benefício ambiental e social da biomassa como biocombustível, atribuem um elevado custo de integração no sistema energético, que apesar da sua veracidade não são contabilizados os custos de uma não prevenção no que diz respeito aos incêndios florestais.

A Central Termoeléctrica de Sines é a maior produtora de energia eléctrica das centrais termoeléctricas da DTP da EDP, e por consequente a que implica maiores preocupações ambientais. Neste contexto, seria interessante explorar a capacidade de uma adaptação que permita uma co-combustão, desde que se tenha conhecimento da disponibilidade de recurso florestal da região.

Os Sistemas de Informação Geográfica são uma mais valia no que diz respeito à obtenção e tratamento de dados geográficos. Neste sentido, a ferramenta computacional, o software ArcGIS for desktop 10, permite a obtenção dos resultados pretendidos sobre qual a delimitação da área de estudo e qual a área correspondente ao coberto florestal.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Recorreu-se a informação cartografada para a obtenção dos dados essenciais no estudo, tendo sido tratados através do software ArcGis for desktop 10, que permitiu a realização do cálculo das áreas totais das espécies consideradas.

Juntamente com a informação contida no 5º Inventário Florestal Nacional obteve-se a densidade florestal das espécies consideradas de forma a poder calcular-se a quantidade de biomassa disponível.

O poder calorífico inferior (PCI) permitiu calcular a quantidade de energia contida na quantidade de biomassa disponível da região.

3.1 Dados

3.1.1 5º Inventário Florestal Nacional:

O Relatório Final do 5.º Inventário Florestal Nacional (IFN5) permite disponibilizar a informação relativa aos objectivos, métodos e resultados obtidos com o IFN5 para Portugal continental, regiões Autónomas dos Açores e Madeira, regiões NUTS de nível II e regiões PROF para diversos atributos da floresta portuguesa, tais como volumes, biomassas, carbono, modelos de combustível e erosão entre outros. A aplicação informática designada FloreStat, disponível em CDROM permite a consulta de toda a informação numérica produzida.

O IFN5 foi baseado numa cobertura aerofotográfica digital realizada durante os anos de 2004 a 2006 e em levantamentos de campo efectuados entre Dezembro de 2005 e Junho de 2006. O FloreStat é uma aplicação para consulta dos resultados do 5.º Inventário Florestal Nacional que foi desenvolvida para permitir a consulta de todas os indicadores produzidos no IFN5, agregados em quatro temas: áreas de uso/ocupação do solo, estrutura, produção e condição dos povoamentos. Estas consultas podem ser realizadas, dependendo do indicador, para as unidades territoriais Portugal, Portugal continental, regiões NUTS II, regiões NUTS III, regiões PROF e concelhos.

3.1.2 Carta de uso e ocupação do solo para 2007 (COS07)

Tabela 3.1 – Ficha Técnica da COS (DGT, 2013)

Ficha Técnica	
Sigla:	COS2007
Sistema de Referência:	PT-TM06/ETRS89
Elipsóide de Referência:	GRS80
Projecção:	Transversa de Mercator
Resumo:	Informação cartográfica de uso e ocupação do solo em formato vectorial, com uma unidade mínima cartográfica de 1ha e uma nomenclatura com 193 classes ao nível mais detalhado. A COS2007 foi produzida com base na interpretação visual de imagens aéreas ortorrectificadas, com a ajuda de informação auxiliar diversa. A COS2007 possui uma exactidão posicional melhor ou igual a 5,5m e uma exactidão temática global de 85.13% com um erro de 2.00% para um nível de confiança de 95%.
Temas:	<ul style="list-style-type: none">• Uso do Solo• Ocupação do Solo• Recursos Naturais / Ambiente• Planeamento / Urbanismo
Período de Referência:	De 11 de Julho de 2007 a 15 de Novembro de 2007
Área Coberta:	Portugal Continental

Importa referir que existem 5 níveis de detalhe nesta carta, dos quais apenas estão disponíveis para consulta gratuita no sítio do IGEO os dois primeiros níveis. Os dados referentes às espécies florestais de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso são referentes ao nível 5 da COS2007, pelo que a sua consulta e utilização de dados foi exclusivamente cedida pelo IGEO no âmbito do desenvolvimento desta dissertação.

3.1.3 Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP)

Tabela 3.2. – Ficha Técnica da CAOP (DGT, 2013)

Ficha Técnica	
Sistema de Referência:	Portugal Continental – PT-TM06/ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989)
Número Total de Folhas:	1
Escala:	Portugal Continental: 1:600 000 Regiões Autónomas: 1:800 000
Dimensão da folha em papel:	77,3 cm x 106,6 cm
Formatos disponíveis:	Analógico / Digital
Actualização:	Março 2011
Área Coberta:	Portugal Continental

3.1.4 Cartografia de Risco de Incêndio Florestal (CRIF)

A CRIF - Cartografia de Risco de Incêndio Florestal, é um projecto da responsabilidade do Instituto Geográfico Português, em parceria com a Autoridade Nacional de Protecção Civil e a Autoridade Florestal Nacional, e visa a produção de uma Carta de Perigosidade/Risco de Incêndio Florestal, com uma exactidão posicional compatível com a escala 1:25.000, cobrindo todo o território continental e integrando informação complementar, nomeadamente: Carta de Visibilidade de Posto de Vigia, Carta de Tempos de Percurso a partir das sedes dos bombeiros, Carta de Povoações em Risco e Carta de Prioridades de Vigilância.

Baseada num modelo de Risco Estrutural, esta cartografia temática constitui-se fundamentalmente como um instrumento de planeamento das acções de prevenção e vigilância para a Protecção Florestal, facilitando a optimização de recursos e a identificação das zonas estruturalmente classificadas quanto ao risco.

3.1.5 NAVTEQ 2011

A cartografia referente à rede viária nacional foi fornecida pelo Laboratório de Novas Tecnologias (LabNT) do Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação (ISEGI), através da NAVTEQ 2011.

3.1.6 Modelo Digital de Terreno (MDT)

Tabela 3.3. – Ficha Técnica da MDT (DGT 2013)

Ficha Técnica		
Sistema de Referência:	Datum Datum Altimétrico de Cascais	73
Elipsóide de Referência:	Elipsóide de Hayford	
Sistema de Coordenadas:	Rectangulares com Projecção de Gauss-Krüger	
Origem das Coordenadas:	E=180,598 m; N=-86,990 m do Ponto Central	
Espaçamento:	10 m / 20 m / 25 m e 200 m	
Área Mínima :	5 km x 5 km	

Os Modelos Digitais do Terreno com espaçamento de 10 metros e 20 metros são obtidos a partir da informação altimétrica vectorial utilizada na produção da Série Ortofotocartográfica à escala 1:10 000, mais precisamente: curvas de nível com uma equidistância de 5 metros, pontos cotados e vértices geodésicos.

Os Modelos Digitais do Terreno com espaçamento de 25 metros e 200 metros são obtidos a partir da informação altimétrica vectorial utilizada na produção da Série Cartográfica Nacional à escala 1:50 000, mais precisamente: curvas de nível com uma equidistância de 25 metros, pontos cotados e vértices geodésicos.

3.1.7 Poder Calorífico

O poder calorífico de um combustível é a quantidade de energia libertada por unidade de massa, podendo ser classificado em poder calorífico superior (PCS) e poder calorífico inferior (PCI). O PCS diz respeito aos produtos de combustão que condensam devido à diminuição da temperatura, quantificando-se o calor de vaporização da água; já pelo *poder calorífico inferior* (PCI) é um valor quando se leva em conta que todos os produtos da combustão, incluindo a água, se encontram na forma gasosa, não se quantificando o calor de vaporização da água (Stultz *et al*, 1992).

O poder calorífico superior pode ser calculado, usando os resultados da análise elementar do combustível, através da expressão (1) (Marques, J.; 2009):

$$PCS = \frac{(11,51 \times C + 34,29 \times H_2 + 4,32 \times S - 4,32 \times O_2)}{m_{ar}} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

PCS – Poder Calorífico Superior [kJ/kg]

C – massa de carbono [%]

H₂ – massa de hidrogénio [%]

S – massa de enxofre [%]

O₂ – massa de oxigénio [%]

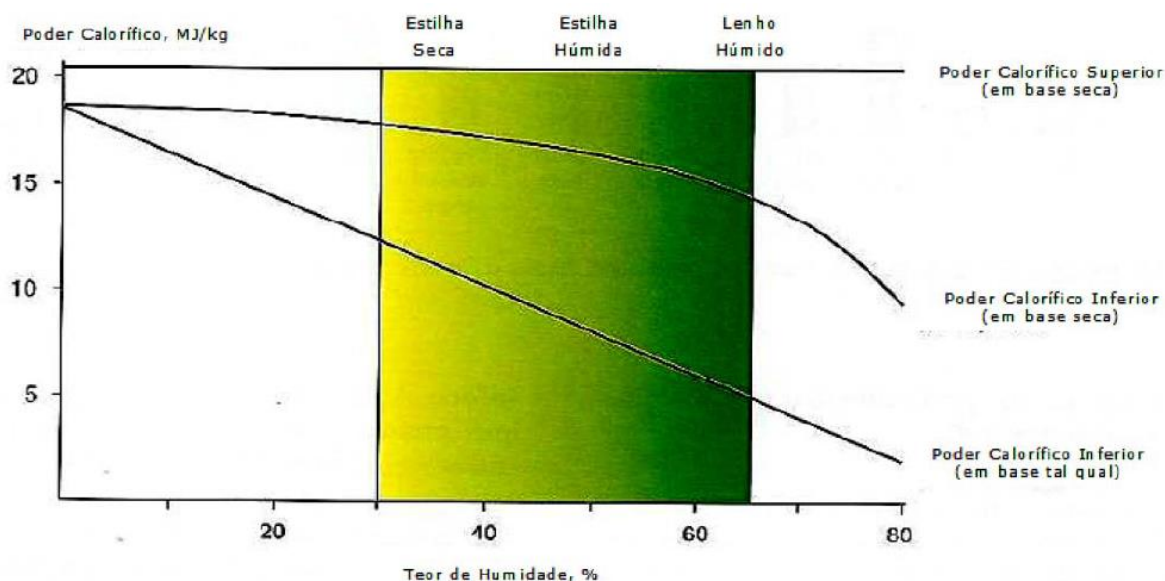
mar – massa de ar estequiométrica [kg/23,3x10⁶ J]

Relativamente ao poder calorífico inferior este pode ser calculado a partir da seguinte expressão (2) (Marques, J.; 2009):

$$PCI = PCS - 10,30 \times (H_2 \times 8,94) \quad (2)$$

As fontes de bioenergia sólidas podem ser classificadas de diversas formas, sendo o seu poder calorífico, sem dúvida, a característica mais evidente, para qualquer fonte de energia. No que diz respeito à biomassa, esta característica é directamente influenciada pelo conteúdo de água.

Figura 3.1. - Influência do teor de humidade no poder calorífico da biomassa (Marques, J.; 2009).



A medida padrão do teor energético de um combustível é o seu poder calorífico, o qual depende da sua composição química, incluindo o teor de humidade, factor limitante da combustão devido à sua entalpia de evaporação (Jenkins *et al.*, 1996). Alguns dos trabalhos mais relevantes são apresentados na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Estimativas do poder calorífico da biomassa (Dias, 2002)

Energia (MJ/kg)	Observações
$PCI_{ar} = 19.2 - 21.64X_{Hum}$	Fonte: Johansson (2001) X_{Hum} - Fracção mássica de humidade, em base ar
$PCS_{ar} = 20.5 - 31.3X_{Hum}$	Fonte: Jiménez and González (1991) X_{Hum} - Fracção mássica de humidade, em base ar
$PCS_{db} = 14.119 + 0.196X_{CF}$	Fonte: Demirbas (1997) X_{CF} - Fracção mássica de carbono fixo, em base db
$PCI_{ar} = X_{CF} \cdot [168.2 - 376.2X_{CF} - 92.2X_{Hum} - 128.3X_{Cinza} + 38.8(X_{Cinza} - 2.04)^2]$	Fonte: Tabarés <i>et al.</i> (2000) X_{CF} e X_{Cinza} - Fracções mássicas de carbono fixo e cinzas, em base db X_{Hum} - Fracção mássica de humidade, em base ar
$PCS_{daf} = 33.5X_C + 142.3X_H - 15.4X_O - 14.5X_N$	Fonte: Demirbas <i>et al.</i> (1997) X_C, X_H, X_N, X_O - Fracções mássicas de carbono, hidrogénio, azoto e oxigénio, em base daf
$PCS_{db} = 34.91X_C + 117.83X_H - 10.34X_O + 10.05X_S - 1.51X_N - 2.11X_{Cinza}$	Fonte: Loo and Koppejan (2002) X_C, X_H, X_O, X_N, X_S e X_{Cinza} - Fracções mássicas de carbono, hidrogénio, oxigénio, azoto, enxofre e cinza, em base db
$PCS_{db} = 17.389X_{Celulose} + 26.629X_{Lenhina} + 32.187X_{Extr}$	Fonte: Tabarés <i>et al.</i> (2000) $X_{Celulose}, X_{Lenhina}, X_{Extr}$ - Fracções mássicas de celulose, lenhina e extractáveis em álcool-benzeno, em base db

De acordo com a tabela 3.5. podemos assumir que tanto os resíduos florestais de Eucalipto como os de Pinheiro (Bravo e Manso) perdem cerca de 55% da sua massa quando secos.

Tabela 3.5. – Resíduos anuais estimados, por espécie (mil ton/ano)

		Norte	Centro	Lisboa e V. do Tejo	Alentejo	Algarve	TOTAL
Pinheiro	<i>h</i>	156	363	70	71	10	670
	<i>s</i>	67	155	30	30	4	286
Eucalipto	<i>h</i>	175	277	175	159	35	821
	<i>s</i>	78	124	78	71	16	367
Azinheira	<i>h</i>	3	4	~0	56	1	65
	<i>s</i>	1	2	~0	28	1	32
Sobreiro	<i>h</i>	6	8	38	130	11	193
	<i>s</i>	3	4	19	65	5	96
TOTAL	<i>h</i>	340	652	284	416	57	1749
	<i>s</i>	149	285	127	194	26	781

Nota: *h* - base húmida, *s* - base seca

Tabela 3.6. – Poder Calorífico de vários resíduos florestais (Dias, 2002)

Nome vulgar	Poder calorífico (kJ/kg)
Eucalipto (folhas)	22 500
Eucalipto (ramos finos)	20 000
Pinheiro bravo	21 500
Pinheiro bravo (ramos)	20 500

Segundo a tabela 3.6. acima referida, considerou-se assim, uma média de 21MJ/kg como o valor de PCI dos resíduos florestais das espécies consideradas, com um teor de humidade de 12%, correspondente à biomassa seca ao ar.

3.2. Tecnologia - Software *ArcGIS for desktop 10*

Trata-se de um software de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) da *Environmental Systems Research Institute, INC.* (ESRI).

As principais funcionalidades deste software são:

- Construção de modelos de geoprocessamento para descobrir relações, analisar e integrar dados;
- Cruzamento de objectos geográficos, análises de proximidade e estatísticas;
- Conversão de dados em vários formatos;
- Construção de modelos de dados e análise e rotinas para automação de processos;
- Construção de mapas.

O *ArcMap* é a aplicação principal do *ArcGIS* e que permite criar, visualizar, integrar, editar, compor e imprimir mapas.

O *ArcCatalog* é um browser de dados geográficos semelhante ao Windows Explorer da Microsoft. Com esta ferramenta é possível explorar e gerir os dados geográficos existentes e permite ainda criar e visualizar a documentação dos dados (metadados) de diversas formas (stylesheets).

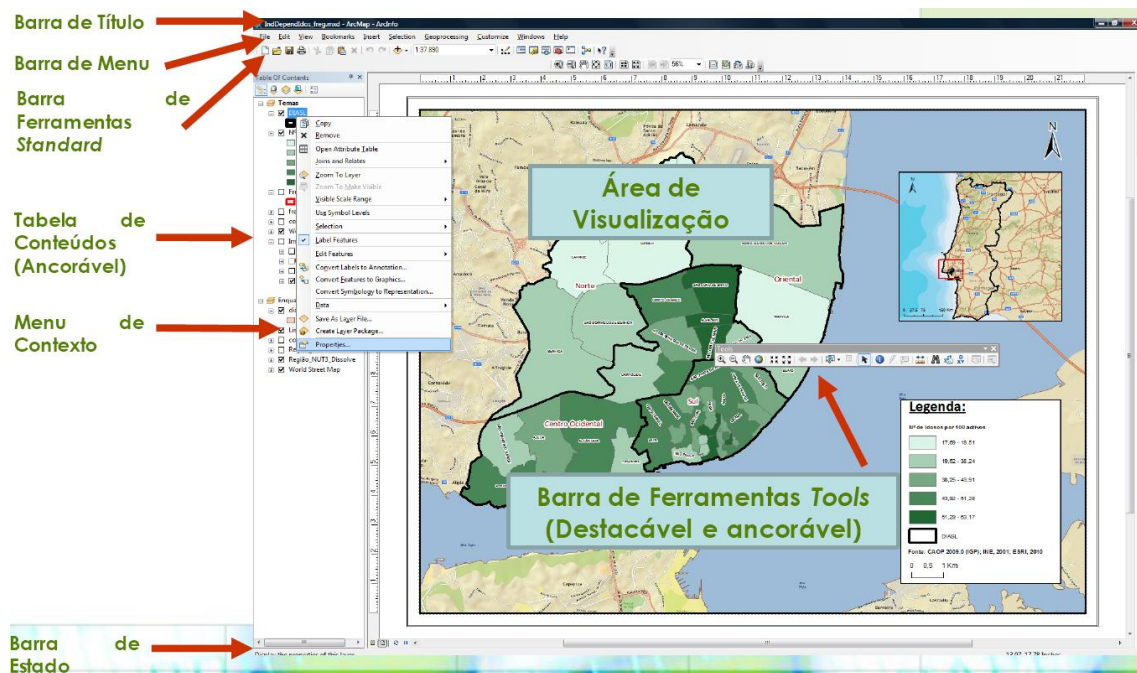


Figura 3.2. – Interface do ArcMap

Um mapa possui *layers*, *data frames*, gráficos, elementos do mapa, etc. A informação é armazenada num documento *ArcMap* (.mxd). Permite usar simbologia adequada e visualizar *layers* numa amplitude de escala específica.

O *ArcMap* possui métodos de selecção interactivos tais como:

- *Select by Graphics* – Através do desenho de um gráfico, selecciona elementos;
- *Select Features* – Selecciona elementos espacialmente, ou através da tabela de atributos;
- *Select by Attribute* – Usa uma expressão *SQL* (*Structured Query Language*) para seleccionar elementos, segundo determinados atributos.
- *Select by Location* – Usa elementos de uma *layer* para seleccionar elementos de outra.

Os principais formatos de dados geográficos utilizados no *ArcGIS* são os seguintes:

- Dados Vectoriais: *Shapfile*, *Coverage*, *Geodatabase*, *CAD*;
- Dados Raster: *Tiff*, *Jpeg*, *MrSid*.
- Dados Tabulares: Tabelas com coordenadas, tabelas com endereços.

O *Shapefile* (.shp) armazena apenas uma classe de objectos – *Feature Class*, não armazena a topologia e deverão ser geridas através do *ArcCatalog*.

O *Coverage* (.cov) armazena várias *feature classes*. As relações topológicas entre objectos geográficos são guardadas. Os atributos são guardados em tabelas com um n.º de linhas igual ao n.º de objectos geográficos, possuindo um identificador único. As coberturas deverão ser geridas através do *ArcCatalog*.

O *Geodatabase* (.mdb) armazena elementos espaciais e seus atributos no mesmo Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD). As *Feature Datasets* modelam as relações espaciais. Automatiza o comportamento dos atributos e dos elementos espaciais (regras topológicas) e força o controlo da qualidade dos dados.

O *ArcGIS* é compatível com ficheiros *Raster* (*grids*), ou ficheiros raster digitalizados como ficheiros *jpeg*, *tiff*, entre outros. Cada entidade corresponde a uma célula de uma matriz (*grid*)

estruturada por linhas e colunas. Não possui tabela de atributos e não permite operações de rede.

As *Feature Classes* são classes de elementos com o mesmo tipo de geometria e podem ser do tipo ponto, linha ou polígono.

Para os objectos armazenados numa classe de elementos, cada elemento individual está associado a um identificador numérico único (FID), que liga o elemento espacial aos seus atributos alfanuméricos.

A tabela de atributos contém informação alfanumérica acerca dos elementos espaciais. Cada *feature class* tem uma tabela associada. Cada linha (registo) representa um elemento geográfico. Cada coluna (campo) representa um tipo de informação descritiva.

É possível armazenar atributos na tabela de atributos ou numa tabela separada.

Duas tabelas podem ser ligadas ou associadas, desde que exista um campo comum. É necessário conhecer as relações da tabela (cardinalidade) antes da sua associação com outra tabela.

Existem dois métodos para associar tabelas em ArcMap com base num campo comum: *Join* e *Relate*.

Um *Join* junta os atributos de uma tabela na outra tabela e estabelece relações do tipo um-para-um (1:1).

Um *Relate* define relação entre duas tabelas. Ao contrário do *Join* de tabelas, as tabelas permanecem como tabelas independentes no ArcMap. O ArcMap identifica que existe uma ligação entre as duas tabelas e é possível aceder aos dados contidos nas tabelas relacionadas sempre que necessário. É criada uma ligação invisível que nos permite trabalhar como se as tabelas estivessem ligadas. Deve-se optar por fazer o *relate* de tabelas quando existe uma relação de um-para-muitos (1:n), ou de muitos para muitos (n:n).

A Georeferenciação liga um endereço a uma localização geográfica, efectua a correspondência de um endereço com o intervalo de endereços dos dados das vias. Uma localização real é aplicada a cada endereço.

O Geoprocessamento efectua uma multiplicidade de tarefas geográficas: projecções, conversões, análise espacial, gestão de dados.

As ferramentas usadas para o Geoprocessamento são: ArcToolBox, *Buffering*, operações de agregação e operações de sobreposição (overlay).

O *Buffering* é uma ferramenta de análise de distância para pontos, linhas e áreas. Cria novos polígonos que representam a distância especificada. Responde a questões de proximidade.

O *Dissolve* é uma operação de agregação de simplificação de dados baseada em valores comuns dos atributos.

O *Merge* é uma operação de agregação que permite juntar os objectos de um tema a outro tema que seja geograficamente adjacente. Ambos os temas têm que ser do mesmo tipo (pontos, linhas ou polígonos). É criado um novo tema que contém objectos de ambos os temas de input.

O *Clip* é uma operação de sobreposição que permite cortar uma parte de uma layer utilizando um ou mais polígonos de outra layer

O *Intersect* é uma operação de sobreposição que combina pontos, linhas ou polígonos. Em certos casos podemos escolher o tipo de geometria resultante.

O *Union* é uma operação de sobreposição em que tanto as layers de input como de overlay devem ser de polígonos.

O *Spatial Analyst* é uma extensão do ArcGIS, que permite representar os fenómenos geográficos utilizando o modelo matricial.

Com as ferramentas de análise espacial é possível analisar superfícies, criar dados geográficos, identificar relações espaciais (sobreposição), encontrar a melhor localização de acordo com determinados critérios, encontrar o caminho mais curto, etc.

Envolve a identificação de padrões nos dados geográficos e a percepção de relações espaciais entre os diversos objectos.

Permite a realização de diversos cálculos: superfícies, densidades, relevos, sombreados, declives, exposição solar, *Buffers*, pontos de vista, isolinhas, etc.

É possível utilizar as diversas ferramentas através do ArcToolBox, do menu *Spatial Analyst* e também através de Map Álgebra.

O Modelo Matricial divide a área de estudo numa grelha regular de células, criando com os valores individuais de cada célula uma dada sequência. A sequência convencional é linha a linha com origem no canto superior esquerdo.

A Estrutura Matricial preenche completamente o espaço, já que todo e qualquer ponto da área de estudo tem correspondência numa célula. Cada célula, também conhecida por *pixel* pode conter apenas um valor.

Os ficheiros *Raster* estão normalmente organizados em cabeça ou “header” e corpo. O *header* contém informação relativa à organização do volume de dados, como a resolução, orientação, origem das coordenadas e número de colunas e linhas. O corpo ocupa a maior parte do ficheiro e é onde estão representados os dados das células.

A tabela de cores dá a relação entre o valor da célula e uma cor para representação no monitor. Nem todos os formatos *raster* têm tabela de cores. Uma das principais desvantagens deste formato é o grande número de bits que necessita para armazenamento.

Grid, nível ou tema raster é o conjunto de valores do mesmo tipo atribuídos a um conjunto de pixéis. Existem sistemas que permitem ter para cada pixel um conjunto de variáveis associadas. Os vários níveis devem estar alinhados e ter o mesmo número de linhas e colunas.

É possível converter objectos vectoriais do tipo ponto, linha e área para o formato raster e vice-versa, utilizando os seus atributos de texto ou alfanuméricos.

O declive (*Slope*) é a inclinação de uma superfície e calcula-se normalmente a partir de dados topográficos. Poderá também ter outras utilizações: pluviosidade, insolação, poluição, ruído, etc.

É calculado com taxa de variação máxima entre valores de cada célula e os seus vizinhos. Pode ser expresso em graus (p.e. 45°) ou percentagem (p.e. 50%).

A junção de *rasters* permite-nos criar um *raster* a partir de vários *rasters* adjacentes, para podermos analisar áreas que se situam em mais do que um *raster*. Os *rasters* deverão ser do mesmo tipo (*floating* ou *integer*). Deverão ter o mesmo sistema de projecção e representar o mesmo tipo de dados (não faz sentido juntar um *raster* de solos com um *raster* de elevação). Os dados deverão ser parcialmente ou totalmente adjacentes.

As redes definem-se como entidades formadas por pontos (nós ou vértices) e linhas (arcos ou arestas) que descrevem de maneira natural alguns elementos existentes. Por exemplo: estradas, redes de abastecimento (água, esgoto, rede eléctrica, comunicações), redes de transportes, etc. O objectivo é minimizar a distância entre a(s) infra-estrutura(s) criada e os pontos que irá servir.

Na rede, os arcos são as estradas e os nós, locais onde as infra-estruturas podem ser localizadas.

Os problemas de distribuição são comuns em serviços de entregas, colecta ou de transporte de pessoas ou produtos. A resolução destes problemas tem a vantagem de reduzir os custos de distribuição.

Os problemas clássicos de distribuição são:

- Existência de clientes espacialmente distribuídos, cada um com uma procura definida;
- As mercadorias são entregues usando uma frota de veículos;
- Cada veículo sai do armazém e entrega a mercadoria a alguns clientes;
- A rota de cada veículo obedece a algumas restrições: capacidade do veículo, tempo para realizar uma rota.

A solução deste problema traça os percursos que cada veículo deve tomar de forma a não violar as restrições.

A extensão *network analyst* permite a construção de uma rede e efectuar análises nessa rede. Esta extensão é constituída por:

- Ferramenta de criação de uma rede (ArcCatalog);
- Toolbar no ArcMap para efectuar as análises;
- Novo interface no ArcMap para definição das operações feitas;
- Ferramentas de geoprocessamento no ArcToolbox.

Tipos de análises possíveis: *Best Route*, *Closest Facility*, *Finding Service Areas*, *Origin–Destination (OD) Cost matrix*, *Vehicle Routing Problem*.

A rede construída no ArcCatalog é guardada como *NetworkDataset*. Regista a conectividade entre os vários elementos de uma rede (estradas, percursos de transportes, etc...) e permite definir impedâncias, restrições e hierarquias.

Os elementos usados são pontos, linhas e *turns* (elementos que definem as restrições na mudança de sentido).

Elementos da rede: *Junctions*, *Edges*, *Turn feature sources*.

Atributos da rede: Custos (medidas de impedância), Descritores (descrição de características (nº de vias)), Restrições (Vias restritas a peões, sentido único), Hierarquias (Hierarquica nos elementos da rede).

A ferramenta Seleccionar dados (select data), selecciona dados de um elemento de dados, como uma pasta, geodatabase, dataset recurso ou cobertura.

A ferramenta *Solve* resolve o problema de análise de rede descrito na camada de analista de rede.

A ferramenta *Make service area* faz uma camada de análise de rede área de serviço e define as suas propriedades de análise. Uma camada de análise de área de serviço é útil na determinação da área de acessibilidade dentro de um dado custo de corte a partir de um local de instalação.

A ferramenta *Add locations* adiciona objectos de análise de rede para uma camada de análise de rede. Os objetos são adicionados a subcamadas específicas. Os objetos são introduzidos como recursos ou registos.

A ferramenta *Extract by attributes* extrai as células de uma quadrícula com base numa consulta de lógica.

A ferramenta *Reclassify*, reclassifica ou muda os valores em dados raster.

A ferramenta *Raster to polygon* converte dados raster em polígonos (vectorial).

A ferramenta *Copy Features* copia os recursos e uma classe de recurso (*Feature Class*) ou camada (*Layer*)

3.3 Métodos

Recorreu-se ao software ArcGIS for desktop 10 para obter as áreas correspondentes às espécies florestais de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso, segundo o tipo de povoamento.

O software permitiu determinar qual a extensão da região de estudo, tendo em conta um raio de 60km por rede viária em relação à central. Para tal recorreu-se ao uso da Carta Administrativa Oficial de Portugal para 2012, aos dados referentes à rede viária nacional da NAVTEQ 2011 e às coordenadas geográficas da localização da central, no sistema de projecção de coordenadas ETRS_1989_Portugal_TM06, sendo elas, latitude: 37,93032 e longitude: -8,807. Com estes dados determinaram-se os concelhos abrangidos pela região em estudo. O mapa que apresenta estes resultados foi construído através do Model Builder do ArcGIS conforme se descreve no 1ºModelo (figura 3.3.). Pode-se também verificar que as ferramentas utilizadas neste modelo foram:

- *Make service Area;*
- *Add locations;*
- *Solve;*
- *Select Data;*
- *Select layer by location;*
- *Copy Features;*
- *Dissolve.*

Seguidamente determinou-se quais os melhores acessos, isto é, quais os acessos com menor percentagem (%) de declive, desde os diversos pontos de recolha até à central. Para tal, recorreu-se ao Modelo Digital de Terreno para Portugal Continental e às vias de acesso determinadas no 1ºModelo. O mapa que demonstra os melhores acessos foi construído através do Model Builder do ArcGIS, conforme se descreve no 2ºModelo (figura 3.4.). Pode-se verificar que as ferramentas utilizadas neste modelo foram:

- *Slop;*
- *Reclassify;*
- *Extract by attributes;*
- *Raster to Polygon;*
- *Intersect.*

Seguidamente construiu-se um mapa que demonstrasse e determinasse as áreas de risco de incêndio das zonas florestais da região de estudo, segundo as seguintes categorias de risco de incêndio:

- Baixo;
- Baixo – Moderado;
- Moderado;
- Elevado;
- Muito Elevado.

Para tal recorreu-se à Cartografia de Risco de Incêndio Florestal, à Carta de uso e Ocupação do Solo ao nível 2 para 2007, e aos concelhos abrangidos determinados no 1ºModelo. Este mapa foi construído através do Model Builder do ArcGIS, conforme se descreve no 3ºModelo (figura 3.5). Pode-se verificar que as ferramentas utilizadas neste modelo foram:

- *Select layer by attribute;*
- *Copy Features;*
- *Select layer by location;*
- *Intersect.*

Seguidamente foi necessário recorrer à Carta de uso e Ocupação do Solo de nível 5 para 2007, para se poder determinar as áreas florestais relativamente às espécies de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso. Elaborou-se um mapa para cada uma das espécies, definindo as áreas florestais de acordo com as seguintes características de povoamento:

- Florestas puras de Eucalipto (FPE);
- Florestas de Eucalipto com resinosas (FER);
- Florestas de Eucalipto com folhosas (FEF);
- Florestas abertas de Eucalipto (FAE);
- Florestas abertas de Eucalipto com resinosas (FAER);
- Florestas abertas de Eucalipto com folhosas (FAEF);
- Florestas puras de Pinheiro Bravo (FPPB);
- Florestas de Pinheiro Bravo com resinosas (FPBR);
- Florestas de Pinheiro Bravo com folhosas (FPBF);
- Florestas abertas de Pinheiro Bravo (FAPB);
- Florestas abertas de Pinheiro Bravo com resinosas (FAPBR);
- Florestas abertas de Pinheiro Bravo com folhosas (FAPBF);
- Florestas puras de Pinheiro Manso (FPPM);
- Florestas de Pinheiro Manso com resinosas (FPMR);
- Florestas de Pinheiro Manso com folhosas (FPMF);
- Florestas abertas de Pinheiro Manso (FAPM);
- Florestas abertas de Pinheiro Manso com resinosas (FAPMR);
- Florestas abertas de Pinheiro Manso com folhosas (FAPMF).

Foi elaborado um mapa para cada espécie, de forma a facilitar a leitura e interpretação das áreas. No entanto, os três mapas referidos foram construídos através do Model Builder do ArcGIS tendo como base o mesmo modelo, conforme se descreve no 4º Modelo (figura 3.6.). Pode-se verificar que as ferramentas utilizadas neste modelo foram:

- *Select layer by attribute;*
- *Copy features;*
- *Intersect.*

Os mapas criados permitiram determinar as áreas florestais correspondentes a cada espécie, e com base nos dados da IFN5 sobre as densidades florestais foi possível calcular-se o número de árvores de cada espécie.

Para o Eucalipto, considerou-se uma rotação média de 10 anos e os resíduos florestais desta espécie correspondem aos ramos, topo e casca. A quantidade total de resíduos são os resultantes dos ramos e topo (cerca de 15,1kg/árvore) e metade da massa da casca (16,8kg/árvore), o que resulta num valor médio de 23,5 kg verdes/árvore. (Mateus, <http://urano.guarda.pt/gudi/nerga/Biomassa/potencial.pdf>)

Para o Pinheiro Bravo, considerou-se uma rotação de 43 anos e a quantidade de resíduos florestais desta espécie correspondem apenas aos ramos e topo sendo de 61,4kg verdes/árvore. (Mateus, <http://urano.guarda.pt/gudi/nerga/Biomassa/potencial.pdf>)

Para o Pinheiro Manso, considerou-se uma rotação de 80 anos e a mesma massa de resíduos florestais do Pinheiro Bravo. Os desbastes não foram contabilizados, sendo que não são significativos para o cálculo da biomassa disponível desta espécie.

Considerou-se para os povoamentos puros das espécies referidas, uma densidade florestal correspondente a 100%, uma vez que se tratam na sua maioria de povoamentos de produção de lenho para pasta de papel (Eucalipto), para a indústria da madeira (Pinheiro Bravo) ou para produção de pinhão (Pinheiro Manso). Para os povoamentos mistos dominantes das referidas espécies, isto é, para as FEF, FER, FPBF, FPBR, FPMF, FPMR; considerou-se uma densidade florestal da espécie dominante superior a 50%. Para os povoamentos mistos dominados das referidas espécies, isto é, para as FAE, FAER, FAEF, FAPB, FAPBF, FAPBR, FAPM, FAPMR, FAPMF; considerou-se uma densidade florestal da espécie dominada inferior a 50%.

A densidade florestal de um povoamento puro de Eucalipto é de 418 árvores/ha), enquanto a densidade florestal de um povoamento puro de Pinheiro Bravo é de 250 árvores/ha (IFN5 2010). A densidade florestal de um povoamento puro de Pinheiro Manso é de 555 árvores/ha. (Correia e Oliveira, 2003)

Por se ter dificuldade na identificação das classes de idade de todos os povoamentos considerados (por exemplo, existem dados sobre a classe de idade de povoamentos puros de Eucalipto para o Alentejo Litoral, mas não para o Baixo Alentejo), para efeitos de cálculo da estimativa dos resíduos florestais produzidos anualmente, considerou-se hipoteticamente uma produção florestal sustentável, em que para cada espécie exista o mesmo número de árvores em cada classe de idade. Para tal, de acordo com a rotação de cada espécie, dividiu-se o número total de indivíduos existentes de cada espécie, pelo número de anos da correspondente rotação, para que se obtenha um valor anual de resíduos constante.

Para a determinação do potencial energético correspondente à biomassa disponível na região de estudo considerou-se um PCI de 21MJ/kg, na base seca, para cada espécie. Considerou-se ainda um teor de humidade de 12%, para a biomassa seca ao ar.

Relativamente ao carvão utilizado na central, considerou-se um PCI de 26,168 MJ/kg (Decreto-Lei n.º 199/2007 de 18 de Maio) e tal como foi dito inicialmente um consumo correspondente a 11000 toneladas por dia.

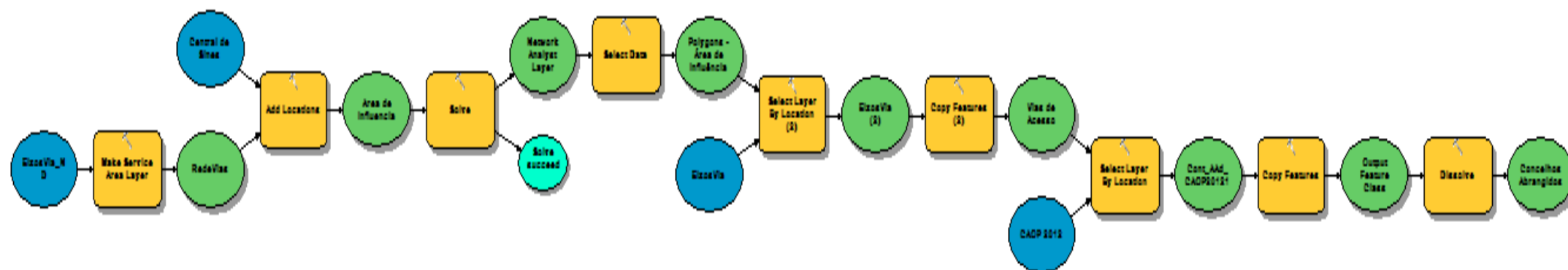


Figura 3.3. – 1º Modelo SIG: Concelhos Arangidos

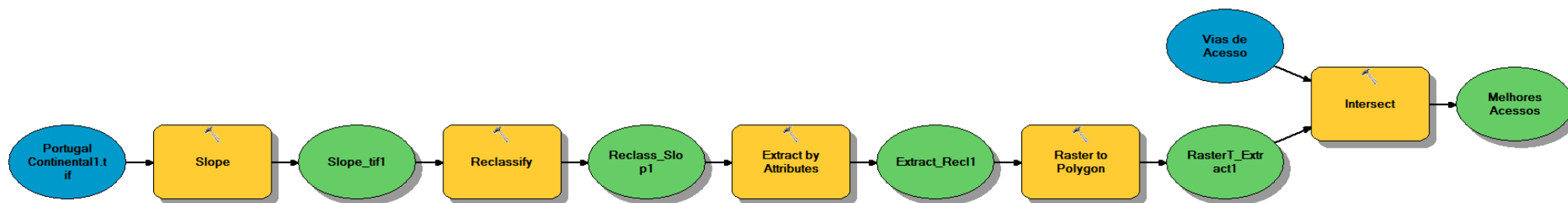


Figura 3.4. - 2º Modelo SIG: Melhores Acessos

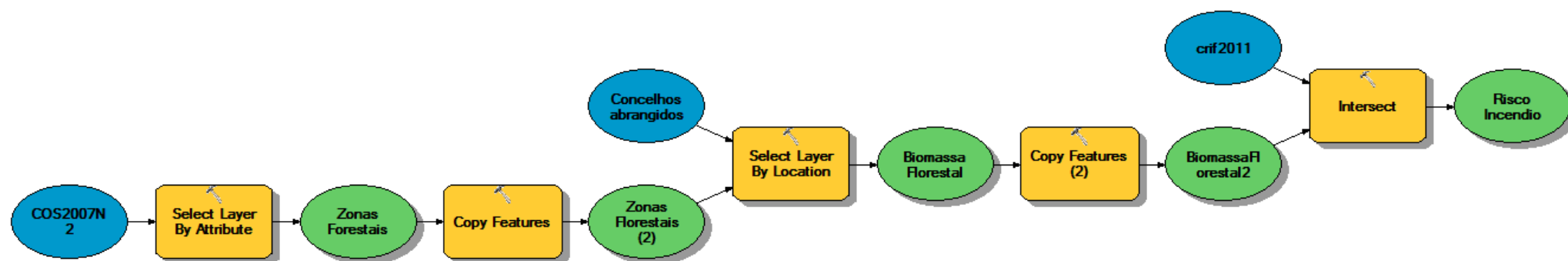


Figura 3.5.- 3º Modelo SIG: Risco de Incêndio das zonas florestais

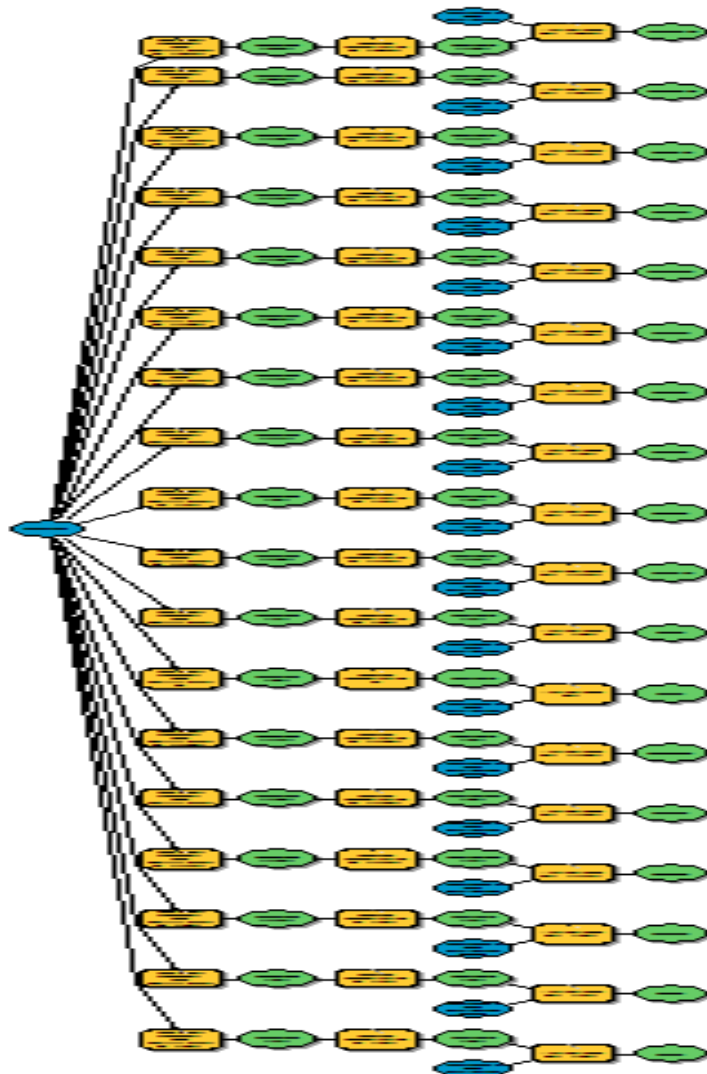


Figura 3.6. - 4º Modelo SIG: Florestas de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso, segundo o tipo de povoamento

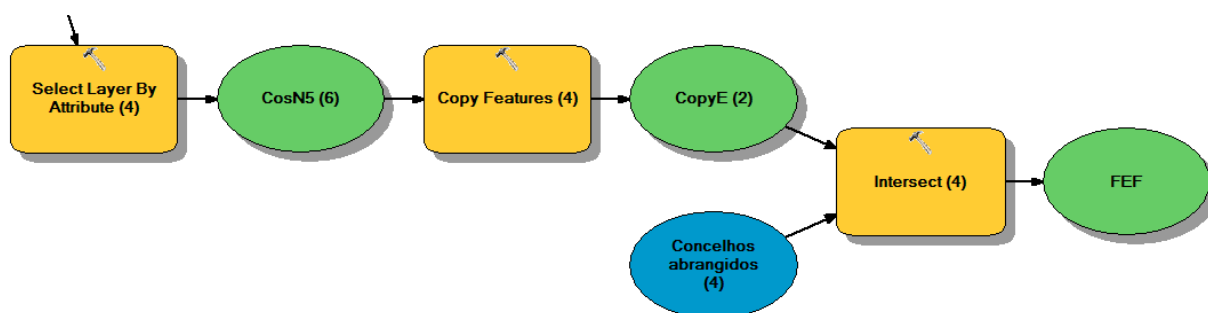


Figura 3.7. - Excerto do 4º Modelo

4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

4.1. Mapas:



Figura 4.1. - 1º Mapa: Localização da Central Termoelétrica de Sines (O mapa base utilizado é o *Bing Maps Hybrid*.):

A informação contida na tabela de atributos da “Central de Sines” encontra-se em ANEXO.

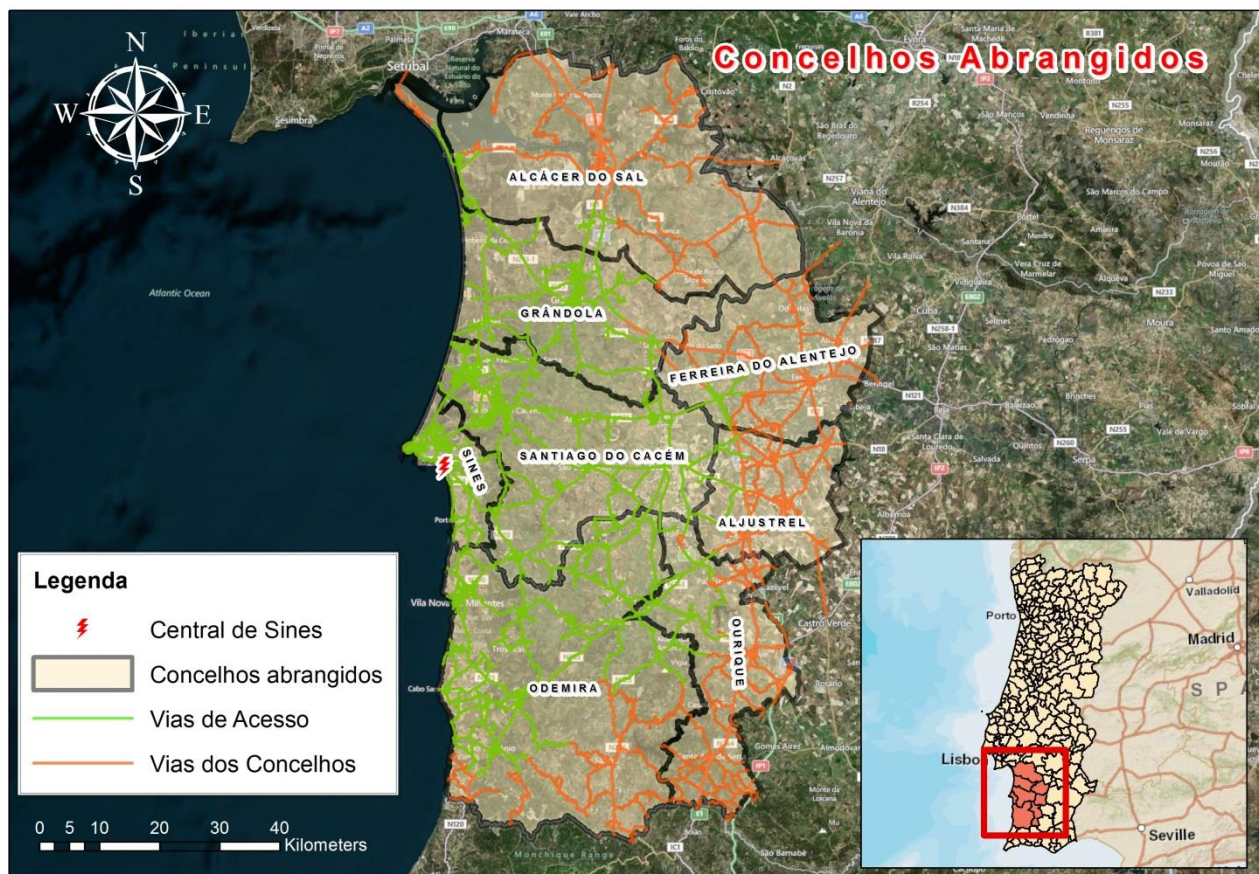


Figura 4.2. - 2º Mapa: Concelhos Abrangidos (O mapa base utilizado é o *Bing Maps Hybrid*.)

A informação contida na tabela de atributos consta nos ANEXOS.
A área total da região de estudo é de 7079438,98 ha.

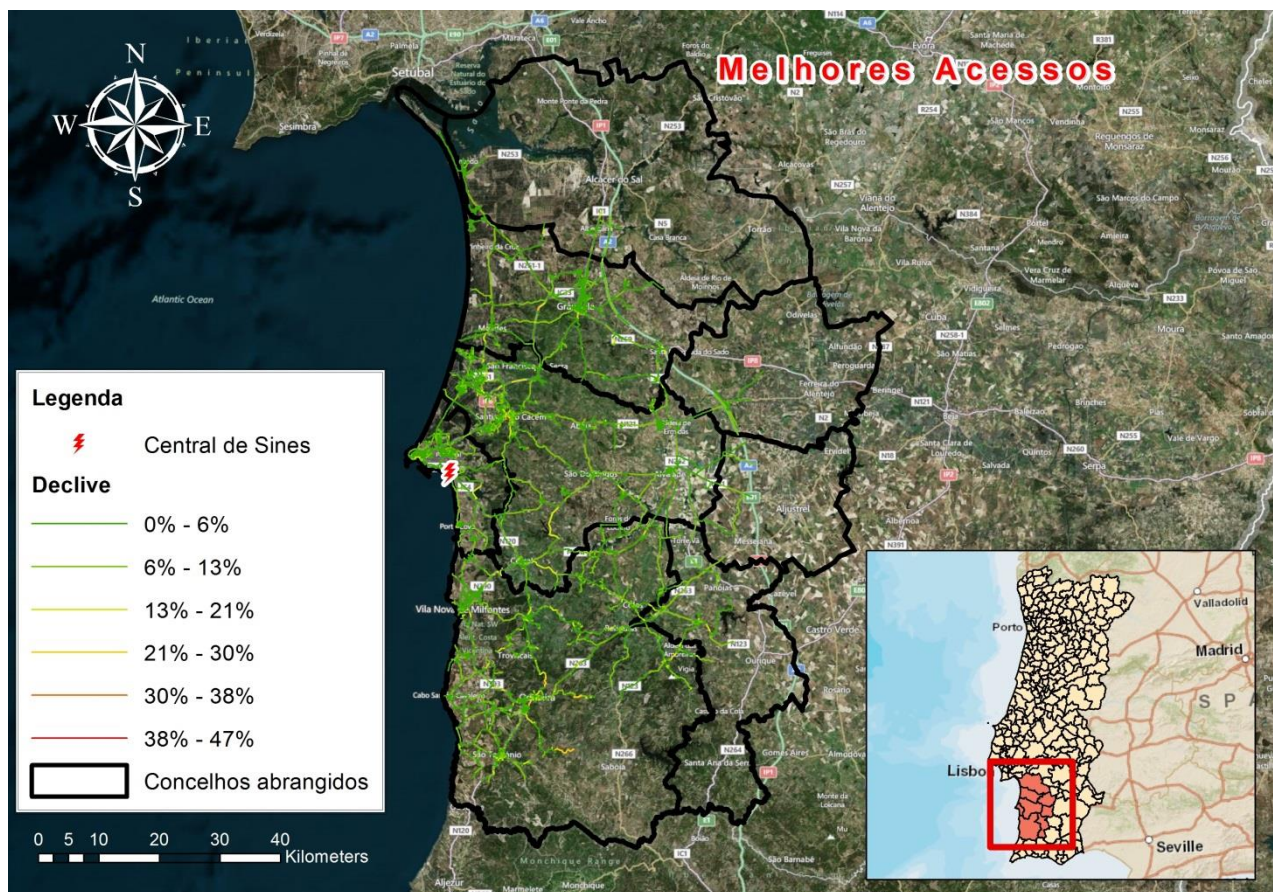


Figura 4.3. - 3º Mapa – Melhores Acessos (O mapa base utilizado é o Bing Maps Hybrid.):

Dada a tabela de atributos conter cerca de 15000 entradas apenas um excerto da informação consta nos ANEXOS.

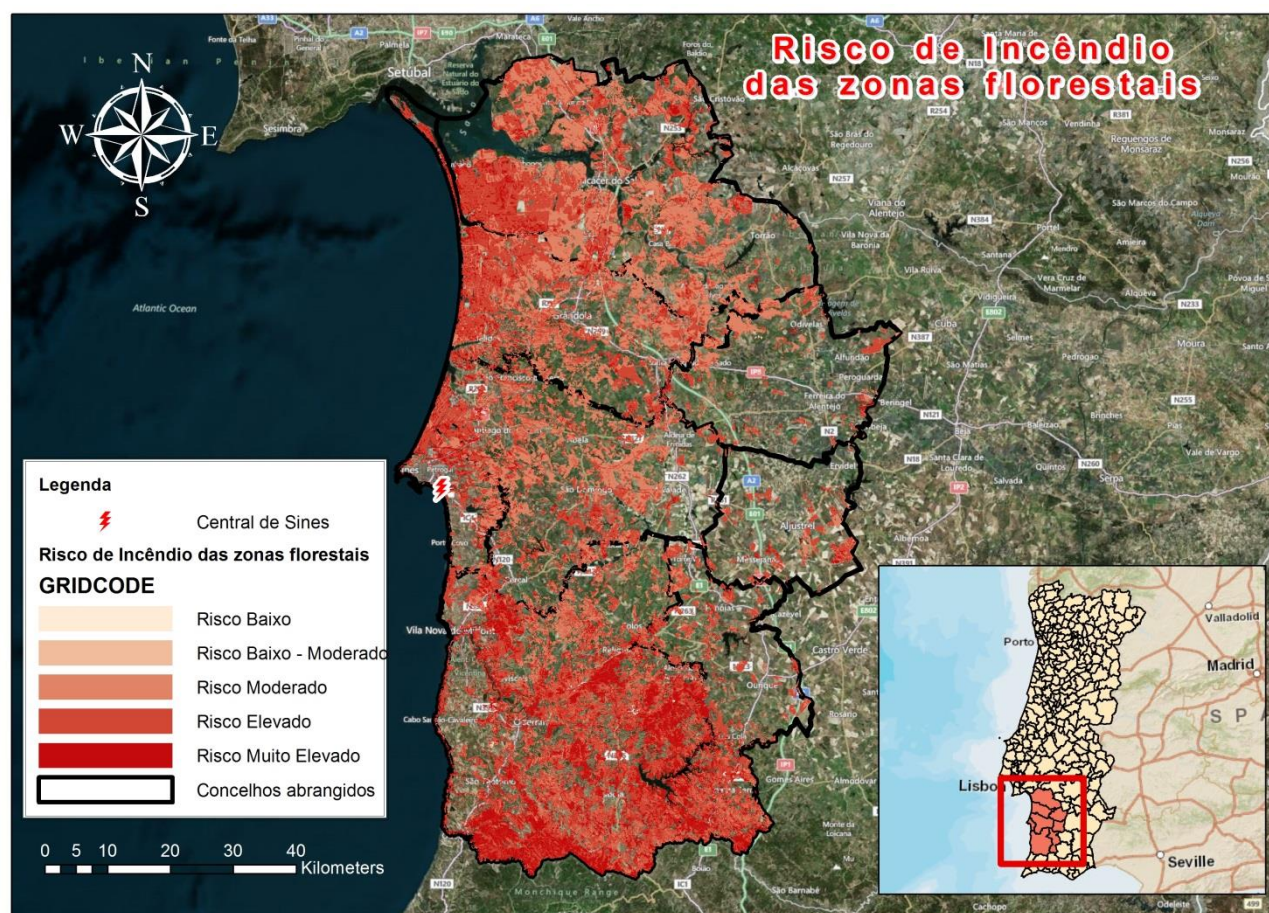


Figura 4.4. - 4º Mapa – Risco de Incêndio das zonas florestais (O mapa base utilizado é o *Bing Maps Hybrid*.)

Uma vez que a tabela de atributos contém cerca de 300000 entradas, apenas uma parte da informação contida na tabela de atributos consta nos ANEXOS, onde pode-se obter os seguintes resultados:

- Área de Risco Baixo: 19341,0040 ha
- Área de Risco Baixo – Moderado: 83596,6774 ha
- Área de Risco Moderado: 480654,0669 ha
- Área de Risco Elevado: 600789,4000 ha
- Área de Risco Muito Elevado: 354415,4886 ha

A área total de risco de incêndio florestal é de 1538796,57 ha.

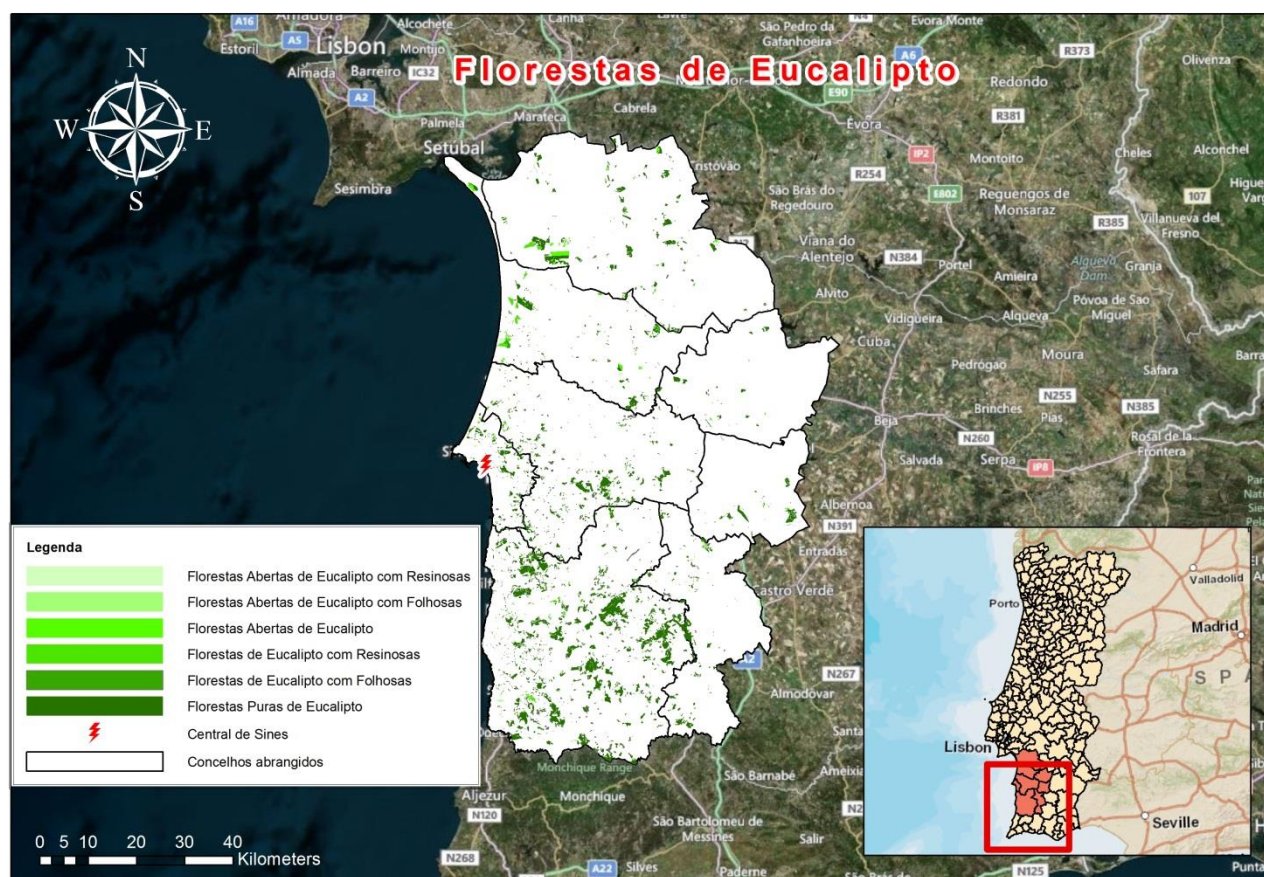


Figura 4.5 - 5º Mapa: Florestas de Eucalipto

A informação contida nas tabelas de atributos consta nos ANEXOS, de onde se pode extrair os seguintes resultados:

- Área total de florestas puras de Eucalipto: 34594, 836 ha
- Área total de florestas de Eucalipto com folhosas: 574,636 ha
- Área total de florestas de Eucalipto com resinosas: 1843,575 ha
- Área total de florestas abertas de Eucalipto: 1415,251 ha
- Área total de florestas abertas de Eucalipto com folhosas: 296,702 ha
- Área total de florestas abertas de Eucalipto com resinosas: 310,958 ha

A área total de florestas de Eucalipto da região de estudo é de 39035,958 ha.

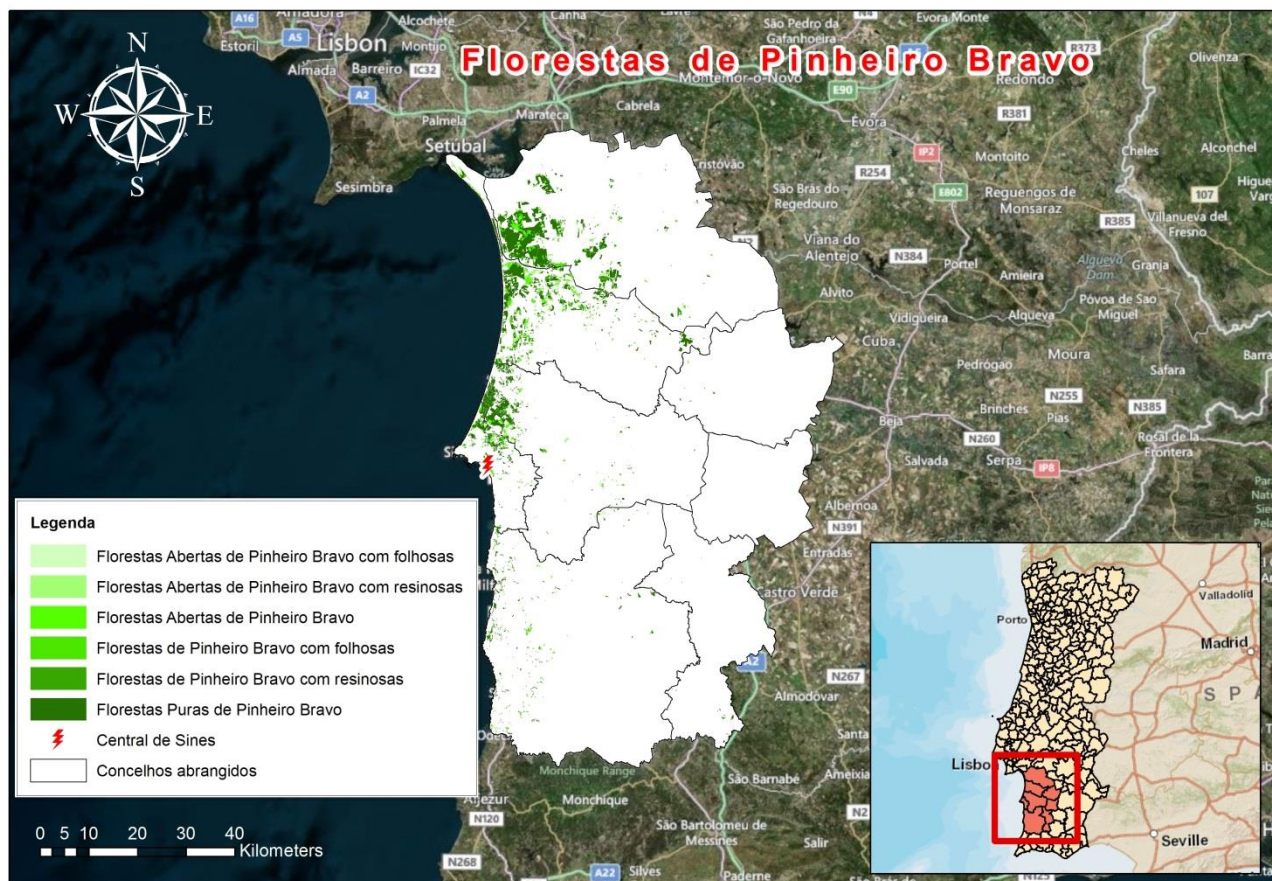


Figura 4.6. - 6º Mapa: Florestas de Pinheiro Bravo

A informação contida nas tabelas de atributos consta nos ANEXOS, de onde se pode extrair os seguintes resultados:

- Área total de florestas puras de Pinheiro Bravo: 20021,824 ha
- Área total de florestas de Pinheiro Bravo com resinosas: 1798,980 ha
- Área total de florestas de Pinheiro Bravo com folhosas: 1265,134 ha
- Área total de florestas abertas de Pinheiro Bravo: 4665,868 ha
- Área total de florestas abertas de Pinheiro Bravo com resinosas: 855,638 ha
- Área total de florestas abertas de Pinheiro Bravo com folhosas: 471, 214 ha

A área total de florestas de Pinheiro Bravo é de 29078,658 ha.

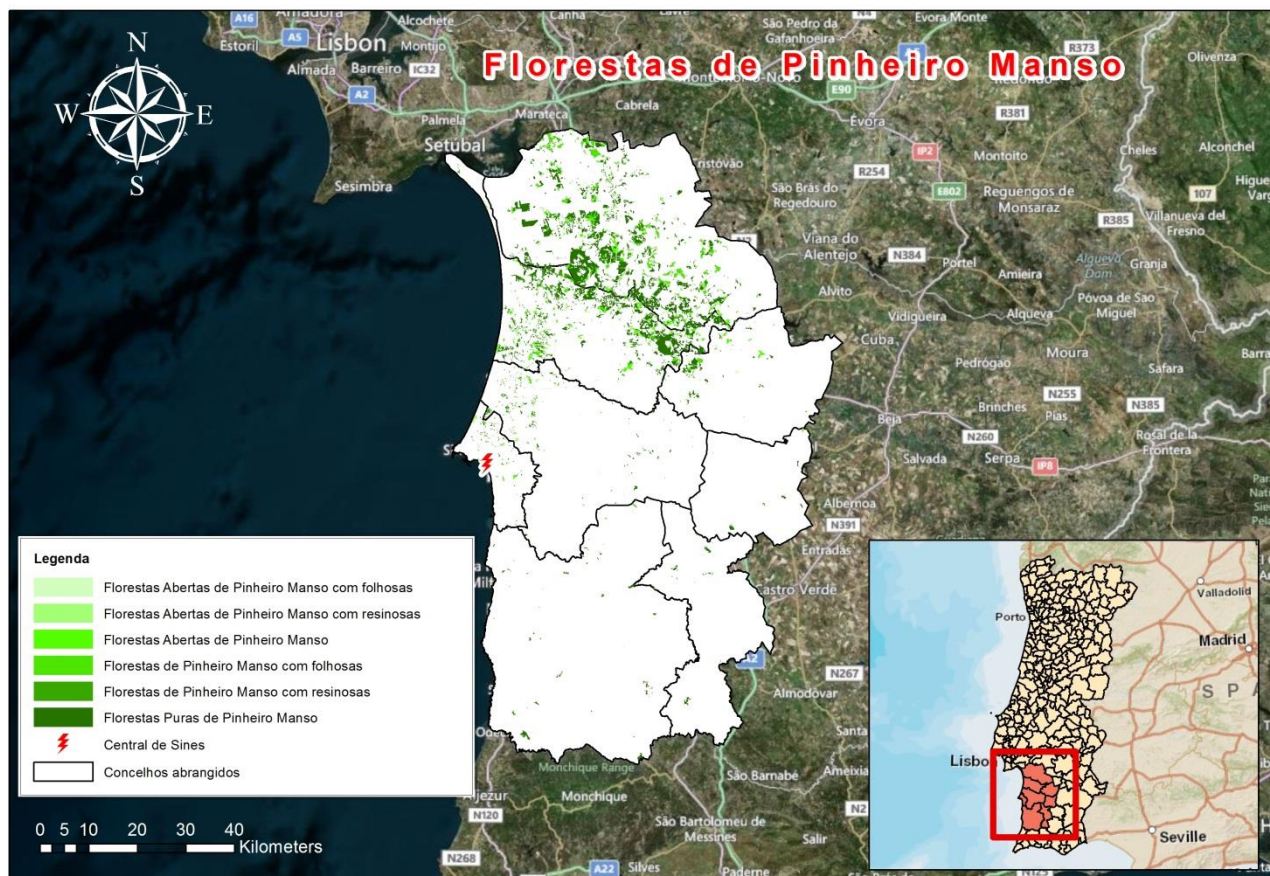


Figura 4.7. - 7º Mapa: Florestas de Pinheiro Manso

A informação contida nas tabelas de atributos consta nos ANEXOS, de onde se pode extrair os seguintes resultados:

- Área total de florestas puras de Pinheiro Manso: 25494,930 ha
- Área total de florestas de Pinheiro Manso com resinosas: 1364,646 ha
- Área total de florestas de Pinheiro Manso com folhosas: 6171,546 ha
- Área total de florestas abertas de Pinheiro Manso: 4608,062 ha
- Área total de florestas abertas de Pinheiro Manso com resinosas: 544,780 ha
- Área total de florestas abertas de Pinheiro Manso com folhosas: 910,707 ha

A área total de florestas de Pinheiro Manso é de 39094,671 ha.

4.2. Cálculo da quantidade de biomassa residual disponível na região

Biomassa disponível de Eucalipto:

- a) Área total de povoamentos dominantes (consideram-se as áreas de florestas de Eucalipto com folhosas e de florestas de Eucalipto com resinosas)

$$574,636 + 1843,575 = 2418,211 \text{ ha}$$

- b) Área total de povoamentos dominados (consideram-se as áreas de florestas abertas de Eucalipto, florestas abertas de Eucalipto com folhosas e florestas abertas de Eucalipto com resinosas)

$$1415,251 + 296,702 + 310,958 = 2022,911 \text{ ha}$$

- c) Densidade do povoamento dominante (considera-se um povoamento puro de 100% e um povoamento dominante a partir de 51% da espécie em causa)

$$51\% \text{ de } 418 = 213,18 \text{ árvores/ha}$$

- d) Densidade do povoamento dominado (considera-se um povoamento puro de 100% e um povoamento dominado até 49% da espécie em causa)

$$49\% \text{ de } 418 = 204,82 \text{ árvores/ha}$$

- e) N.º total de árvores (considerou-se 3 casas decimais para efeitos de cálculo):

$$\text{Povoamento puro: } 34594,836 \times 418 = 14460641,448 \text{ árvores}$$

$$\text{Povoamento dominante: } 2418,211 \times 213,18 = 515514,221 \text{ árvores}$$

$$\text{Povoamento dominado: } 2022,911 \times 204,82 = 414332,630 \text{ árvores}$$

$$\text{N.º total de árvores: } 14460641,448 + 515514,221 + 414332,630 = 15390488,300 \text{ árvores}$$

- f) Estimativa do n.º de árvores com a mesma idade (considerou-se 3 casas decimais para efeitos de cálculo):

$$15390488,300 : 10 = 1539048,830 \text{ árvores}$$

- g) Biomassa residual disponível por ano:

$$1539048,830 \times 23,5 = 36167647,505 \text{ kg verde/ ano}$$

Biomassa disponível de Pinheiro Bravo:

- a) Área total de povoamentos dominantes (consideram-se as áreas de florestas de Pinheiro Bravo com resinosas e florestas de Pinheiro Bravo com folhosas)

$$1798,980 + 1265,13 = 3064,114 \text{ ha}$$

- b) Área total de povoamentos dominados (consideram-se as áreas de florestas abertas de Pinheiro Bravo, florestas abertas de Pinheiro Bravo com resinosas e florestas abertas de Pinheiro Bravo com folhosas)

$$4665,868 + 855,638 + 471,214 = 5992,72 \text{ ha}$$

c) Densidade do povoamento dominante (considera-se um povoamento puro de 100% e um povoamento dominante a partir de 51% da espécie em causa)

$$51\% \text{ de } 250 = 127,5 \text{ árvores/ha}$$

d) Densidade do povoamento dominado (considera-se um povoamento puro de 100% e um povoamento dominado até 49% da espécie em causa)

$$49\% \text{ de } 250 = 122,5 \text{ árvores/ha}$$

e) N.º total de árvores (considerou-se 3 casas decimais para efeitos de cálculo):

$$\text{Povoamento puro: } 20021,824 \times 250 = 5005456,000 \text{ árvores}$$

$$\text{Povoamento dominante: } 3064,114 \times 127,5 = 39067,535 \text{ árvores}$$

$$\text{Povoamento dominado: } 5992,720 \times 122,5 = 734108,200 \text{ árvores}$$

$$\text{N.º total de árvores: } 5005456,000 + 39067,535 + 734108,200 = 6130238,735 \text{ árvores}$$

g) Estimativa do n.º de árvores com a mesma idade:

$$6130238,735 : 43 = 142563,692 \text{ árvores / ano}$$

h) Biomassa residual disponível por ano:

$$142563,692 \times 61,4 = 8753410,69 \text{ kg verde / ano}$$

Biomassa disponível de Pinheiro Manso:

a) Área total de povoamentos dominantes (considerou-se as áreas de florestas de Pinheiro Manso com resinosas e de florestas de Pinheiro Manso com folhosas)

$$1364,646 + 6171,546 = 7536,192 \text{ ha}$$

b) Área total de povoamentos dominados (considerou-se as áreas de florestas abertas de Pinheiro Manso, florestas abertas de Pinheiro Manso com resinosas e florestas abertas de Pinheiro Manso com folhosas)

$$4608,062 + 544,780 + 910,707 = 6063,549 \text{ ha}$$

c) Densidade do povoamento dominante (considera-se um povoamento puro de 100% e um povoamento dominante a partir de 51% da espécie em causa)

$$51\% \text{ de } 555 = 283,05 \text{ árvores/ha}$$

d) Densidade do povoamento dominado (considera-se um povoamento puro de 100% e um povoamento dominado até 49% da espécie em causa)

$$49\% \text{ de } 555 = 271,95 \text{ árvores/ha}$$

e) N.º total de árvores (considerou-se 3 casas decimais para efeitos de cálculo):

$$\text{Povoamento puro: } 25494,930 \times 555 = 14149686,150 \text{ árvores}$$

$$\text{Povoamento dominante: } 7536,192 \times 283,05 = 2133119,146 \text{ árvores}$$

$$\text{Povoamento dominado: } 6063,549 \times 271,95 = 1648982,150 \text{ árvores}$$

$$\text{N.º total de árvores: } 14149686,150 + 2133119,146 + 1648982,150 = 17931787,450 \text{ árvores}$$

f) Estimativa do n.º de árvores com a mesma idade (considerou-se 3 casas decimais para efeitos de cálculo):

$$17931787,450 : 80 = 224147,340 \text{ árvores/ano}$$

h) Biomassa residual disponível por ano:

$$224147,340 \times 61,4 = 13762646,680 \text{ kg verde /ano}$$

Biomassa residual total disponível diariamente:

$$\text{Base húmida: } 31667647,505 + 8753410,69 + 13762646,68 = 58683704,875 \text{ kg/ano}$$

$$\text{Base seca: } 58683704,875 \times 0,55 = 32276037,68 \text{ kg/ano}$$

$$58683704,875 - 32276037,68 = 26407667,195 \text{ kg/ano} = 72349,77 \text{ kg/dia}$$

Potencial energético diário da biomassa residual disponível:

$$26407667,195 \text{ kg} \times 21 \text{ MJ} = 554561011,095 \text{ MJ/ano} = 1519345 \text{ MJ/dia}$$

Potencial energético diário do carvão utilizado na central:

$$26,168 \text{ MJ} \times 11000000 \text{ kg (quantidade de carvão diária utilizada)} = 287848000 \text{ MJ/dia} = 287828 \text{ GJ/dia}$$

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A disponibilidade de biomassa residual para abastecimento na central termoelétrica de Sines abrange por rede viária, numa distância de 60km, 8 concelhos do Alentejo Litoral e Baixo-Alentejo, sendo estes: Alcácer do Sal, Aljustrel, Ferreira do Alentejo, Grândola, Odemira, Ourique, Santiago do Cacém e Sines, cuja área corresponde a cerca de 7 milhões ha.

Foram definidos quais os melhores acessos à central por rede viária, sendo estes os que apresentam menor declive. Não foram contabilizados os gastos económicos nem energéticos com o transporte da biomassa desde o ponto de recolha até à porta da central, no entanto sabe-se que a maioria dos acessos são “bons”, pois têm pouco declive (entre 0% e 6% de inclinação).

Nesta área, existem cerca de 1,5 milhões de ha em risco de incêndio florestal na região de estudo (21% da região), sendo 19 mil ha com baixo risco de incêndio, 83,5 mil ha com risco baixo-moderado de incêndio, 481 mil ha de risco moderado de incêndio, 601 mil ha de risco elevado de incêndio e 354 mil ha de risco muito elevado de incêndio.

Conclui-se portanto que existem cerca de 1 milhão de ha com risco elevado e muito elevado de incêndio florestal, embora os dados sobre o número de ocorrências entre 1980-2004 na área em estudo apontem para os valores mais baixos observados no país e a área queimada no mesmo período foi maioritariamente inferior a 6000 ha. Excepção feita ao concelho de Odemira onde a área queimada se situava entre os 17000 e os 32000 ha (Pereira *et al.*, 2006).

O risco elevado de incêndio não implica necessariamente que existam ocorrências, embora seja inquestionável que a desertificação de algumas zonas do país seja um factor determinante no aumento da probabilidade de incêndio.

Estudos realizados na região norte de Portugal (Minho), num período compreendido entre 1958 e 1995, numa área de 3700 ha, revelaram que o abandono das actividades agrícolas é a principal causa do aumento da ocorrência de fogos na região. O declínio significativo de áreas agrícolas e do uso de matos rasteiros, deu lugar a um aumento de matagais e florestas, representando entre 20% a 40% de aumento na acumulação de matéria combustível. (Moreira *et al.* 2001)

Relativamente à biomassa residual disponível na região de estudo, cerca de 107 mil ha correspondem às florestas de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso (1,5% da região), sendo cerca de 39 mil ha de florestas de Eucalipto, 29 mil ha de florestas de Pinheiro Bravo e 39 mil ha de florestas de Pinheiro Manso. Os resíduos florestais destas espécies resultam em cerca de 32 mil toneladas por ano (base húmida), ou seja, cerca de 72 toneladas por dia (base seca) estão disponíveis para abastecimento na central termoelétrica de Sines. A nível energético estão disponíveis 554 mil GJ/ano, isto é, 1519 GJ/dia.

Foi referido que para que seja viável o abastecimento de biomassa numa determinada central, o ponto de recolha não deveria exceder os 45km de raio. No entanto, esta viabilidade depende muito das condições de acesso, nomeadamente do declive da rede viária. Sendo os acessos à central de pouco declive, considerou-se uma distância de 60km por rede viária, que pode não exceder os 45km de raio em torno da central.

Apenas as espécies de Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso são viáveis de se contabilizar neste estudo, uma vez que as restantes espécies da região em estudo como o Sobreiro e a Azinheira estão inseridas no montado, tendo portanto um estatuto especial. A Acácia (*Acacia melanoxylon*) sendo uma espécie não-indígena invasora, poderia

eventualmente ser aproveitada em termos de resíduos embora seja diminuta a área de ocupação. Em Portugal é fundamentalmente utilizada em marcenaria, devido à qualidade da madeira que possui elevado valor comercial (Goes, 1991).

É relativamente consensual que as actividades florestais de abate, sejam cortes finais ou desbastes, geram grandes quantidades de resíduos. A Figura 5.1., que diz respeito à região Amazónica (Brasil) mostra que no caso das florestas naturais os resíduos podem constituir 60 a 70% do volume total, que poderão ser usados na obtenção de energia (Tomaselli, 2007) Inversamente, as plantações fornecem menor quantidade de resíduos, mas ainda assim com algum significado.

Dados do International Tropical Timber Organization (ITTO, 2006) demonstraram que a disponibilidade de resíduos com base no consumo industrial de rolaria, seria suficiente para cobrir grande parte do consumo eléctrico nos Camarões e Gabão. Por exemplo, nos Camarões, se todos os resíduos produzidos nas serrações fossem usados na produção de electricidade, obter-se-ia uma cobertura de 100% do consumo total, enquanto no Gabão a cobertura seria de 60% apenas.

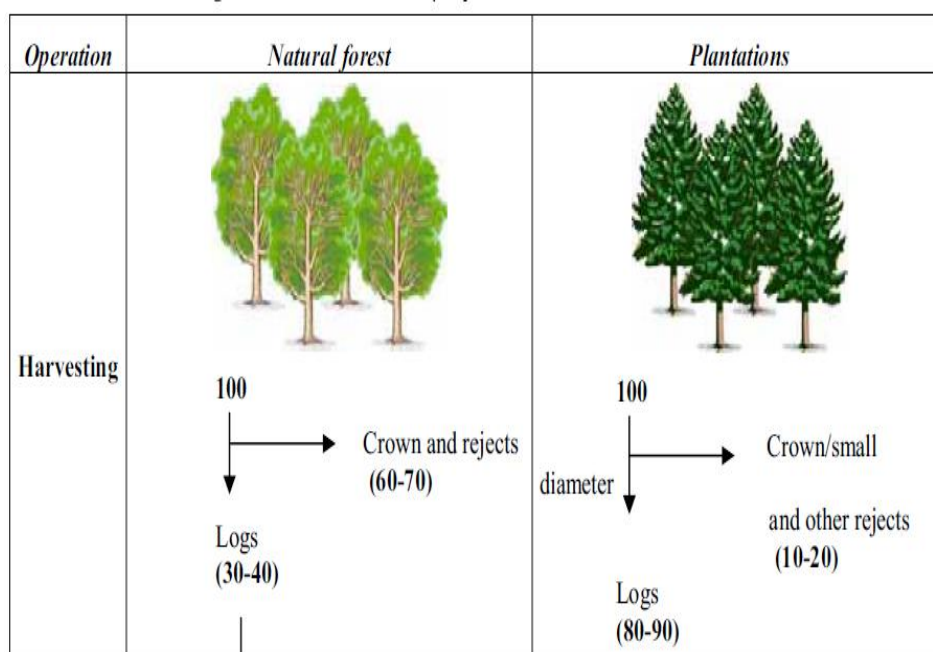


Figura 5.1. – Florestas Naturais e Plantações na região Amazónica (Brasil) (Tomaselli, 2007)

Neste contexto, justificou-se a avaliação dos resíduos florestais não tanto para quantificar o grau de cobertura em termos de produção eléctrica, mas fundamentalmente para avaliar que quantidade de carvão poderia ser substituído. Como anteriormente referido, a Central Termoeléctrica de Sines consome cerca de 11 mil toneladas diárias de carvão, enquanto a biomassa residual disponível na área em estudo, equivale a 0,5% do gasto energético em carvão usado diariamente na central, um valor indiscutivelmente baixo, dado o elevado consumo deste recurso.

Uma forma de responder positivamente às vantagens da utilização de biomassa, como alternativa à substituição do carvão, passa pelas culturas energéticas. De facto, a aposta nas energias renováveis através da biomassa poderá efectivar-se através da introdução destas culturas que de algum modo possam suprir as necessidades de matéria-prima, quer das próprias Centrais de Biomassa, quer de unidades industriais que utilizem recursos não-renováveis, como é o caso do carvão. Neste sentido o relatório da Direcção Nacional das

Fileiras Florestais (2010), aponta para a introdução de espécies com alto rendimento, como é o caso *Eucalyptus spp.*, híbridos de *Populus spp.*, *Paulownia tomentosa*, e *Salix spp.*

Para além da expansão dos cultivos energéticos (mercado), a inovação na produção de energia eléctrica a partir da biomassa, deve desenvolver-se nas dimensões tecnológica, e organizacional. A tecnologia na produção de energia eléctrica encontra-se num estado de maturidade do *saber da arte* - potenciais optimizações implicam grande esforço financeiro. A nível organizacional, há que existir um esforço enorme nomeadamente através da integração dos proprietários e demais agentes da cadeia de valor. Com este passo e com o recurso às novas técnicas e tecnologias existentes no âmbito da recolha e transporte da biomassa, podem-se conseguir grandes ganhos económicos (Enersilva 2004 - 2007).

Aliás, a introdução de povoamentos com fins energéticos tem sido uma constante, em determinadas áreas do globo, como é o caso do Brasil. Por exemplo, o consumo de rolaria proveniente de plantações de *Eucalyptus spp.* no Brasil em 2011 para posterior transformação em carvão, foi cerca de 17 milhões de m³, representando 10% do consumo total de rolaria (BAPFP, 2012). Por outro lado vários ensaios com diferentes clones de Eucaliptos, têm sido realizados no sentido de seleccionar os melhores clones para produção de carvão. (Pereira et al., 2012)

No sentido de se aumentar substancialmente a cobertura de carvão pela biomassa florestal na área em estudo, propõe-se a implementação de culturas energéticas dedicadas, em particular, povoamentos puros de Eucalipto, o que está de acordo com as expectativas do relatório da Direcção Nacional para as Fileiras Florestais (2010). Nesta região existem cerca de 35000 ha de povoamentos puros de Eucalipto, que poderiam ser direccionados para a produção de energia. Os povoamentos de Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso, não são relevantes para este efeito, uma vez que apresentam revoluções muito extensas comparativamente com o Eucalipto.

Considerando, o caso do Eucalipto de média qualidade, com produtividades médias no Continente de 12,0 m³/ha/ano no litoral Sul e 8,6 m³/ha/ano no interior Sul (média de rendimento de 10,3 m³/ha/ano), uma rotação de 12 anos com uma densidade de 1250 árvores/ha (Tomé et al., 2006), e no sentido de garantir uma produção sustentável de biomassa florestal, poderíamos considerar a existência de 12 talhões de igual área, ou seja, cerca de 2917 ha.

A plantação nos talhões ocorreria de forma diferenciada, isto é, em cada ano plantar-se-ia apenas um talhão, até concluir a plantação dos talhões considerados. Este método permitiria obter de forma constante uma determinada quantidade de biomassa, e por outro lado, dado que o Eucalipto rebenta de toíça poderíamos assegurar a perpetuidade do povoamento pelo menos durante 3 ciclos.

Os cálculos efectuados permitem concluir que anualmente poder-se-ia obter por cada talhão, ao fim de 12 anos:

$$12 \times 10,3 \text{ m}^3 = 123,6 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Como cada talhão tem 2917 ha, temos:

$$2917 \text{ ha} \times 123,6 = 360541,2 \text{ m}^3/\text{ano de corte}$$

Considerando um teor de humidade de 55%, teríamos um valor em base seca (12%) de 162243,54 m³/ano de corte.

Para efeitos de análise, considera-se cada m³ para uso energético = 0,68 t (<http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorastal.pdf>), ou seja:

$162243,54 \text{ m}^3 \times 0,68 \text{ t} = 110325,6 \text{ t/ano de corte} = 302,26 \text{ t/dia para abastecimento na central.}$

Considerando o PCI anteriormente referido para o cálculo dos resíduos florestais, ou seja, 21MJ/kg, conclui-se que a disponibilidade energética diária relativa à biomassa é de 6347499,9 MJ.

De acordo com o consumo diário de carvão pela central (11000 t) obtém-se 287848000 MJ, pode então afirmar-se que é possível substituir diariamente cerca de 2,2% do carvão pela biomassa disponível dos povoamentos puros de Eucalipto.

Poder-se-ia então concluir que é possível cortar o povoamento do talhão, em cada ano, de forma a garantir o abastecimento contínuo da central termoelétrica. Contudo, deve salientar-se que quando se iniciasse a segunda rotação, o rendimento de biomassa disponível sofreria um decréscimo habitualmente estimado em 15%, acontecendo o mesmo na terceira rotação. Ou seja, as novas plantações nos talhões só ocorreriam ao fim do 36º ano.

Com as novas plantações poder-se-ia utilizar igualmente os cepos de eucalipto, embora se deva dar atenção especial aos inertes (as areias, terras e pedras). A introdução na caldeira destes materiais pode dar lugar a sérios problemas de funcionamento e rendimento do processo associados, entre outros a fenómenos de fusão, podendo mesmo obrigar à paragem frequente da central. Este tipo de biomassa requer um pré-tratamento que permita a sua adequada limpeza, com os custos implícitos deste processo. (Direcção Nacional das Fileiras Florestais, 2010)

Como anteriormente referido apenas 1,5% da área foi considerada para efeitos de cálculo de resíduos, pelo que existirão zonas marginais de terras degradadas ou abandonadas ou terras aráveis não utilizáveis que poderiam ser reconvertidas para culturas energéticas com o consequente aumento de disponibilidade deste recurso.

De qualquer modo, o uso de terras marginais pode apresentar limitações severas ao rendimento florestal devido a solos inadequados, devendo realizar-se uma avaliação precisa e atempada. No entanto, é sempre possível melhorar a qualidades dos terrenos através de investimentos em irrigação ou conservação (APEC, 2009) para além dos benefícios sociais e ambientais que também podem fornecer que incluem a criação de emprego, o sequestro de carbono e a recuperação de áreas degradadas.

É igualmente importante que as áreas de produção para fins energéticos estejam perfeitamente identificadas e que exista algum tipo de certificação de modo a garantir que se destinam à produção de energia e não a outros usos. Por isso, será necessário estabelecer algum método de controlo da produção da matéria-prima, desde a origem até à transformação. Tanto a empresa que realiza o aproveitamento florestal destas culturas como a empresa encarregue de realizar o transporte até à central, deve dispor de dispositivos apropriados que permitam realizar um registo adequado da biomassa desde a sua origem até à porta da central. Estes dados devem ser posteriormente arquivados num sistema de controlo de trânsito de que deve dispor a central termoelétrica. (Direcção Nacional para as Fileiras Florestais, 2010)

A sustentabilidade do subsector energético com base na biomassa florestal, face às capacidades a instalar terá de passar pela existência de culturas florestais energéticas que serão complementares aos sobrantes da exploração florestal e terão um efeito de garantir um fornecimento regular às Centrais caso se verifiquem carências pontuais de fornecimento de biomassa de outra origem. Por outro lado diminuirá a pressão sobre os povoamentos florestais cujo destino de produção seja o abastecimento às indústrias tradicionais - pasta, aglomerados, serrações (Direcção Nacional para as Fileiras Florestais, *op. cit.*).

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Em resumo poderá afirmar-se que a utilização de biomassa florestal pode ser bastante interessante em termos socioeconómicos, ambientais e energéticos porque:

- a) cria uma área complementar e/ou alternativa de negócio para os produtores/proprietários florestais;
- b) contribui para a diminuição dos riscos de incêndio em áreas florestadas;
- c) cria, a montante, postos de trabalho em áreas de manutenção, fixando as populações nas zonas rurais;
- d) é ambientalmente amigável, visto no processo de produção utilizar CO₂ atmosférico;
- e) permite contribuir para metas estabelecidas pela União Europeia em relação às energias renováveis;
- f) tem impacto positivo na diminuição da dependência energética do exterior.

Futuramente é de se considerar uma continuidade deste projecto, nomeadamente no que diz respeito à viabilidade (balanço económico e energético) na utilização da biomassa disponível na região. Devem ser contabilizados, não só os gastos inerentes à utilização do recurso mas também, os gastos actuais no combate a incêndios florestais, sejam eles económicos, sociais ou ambientais. Neste contexto podem ser definidas as áreas prioritárias de recolha de biomassa, sobrepondo-se os resultados obtidos sobre as zonas de risco de incêndio florestal e as referidas espécies. Também os custos inerentes ao transporte da biomassa desde o ponto de recolha até à porta da central, podem ser contabilizados uma vez que já foram definidos os declives de cada acesso.

Relativamente às emissões de poluentes inerentes à utilização da biomassa disponível para produção de energia eléctrica na central de Sines, é outro factor de grande importância como continuidade deste estudo. É de realçar que devem ser feitas as comparações entre as emissões de poluentes actualmente existentes, e as que poderão ser evitadas aquando da utilização da biomassa disponível.

Os Sistemas de Informação Geográfica, nomeadamente o recurso ao software *ArcGIS for desktop 10*, permitiu esquematizar os passos essenciais para a obtenção dos resultados pretendidos. É de salientar que através da ferramenta *Model Builder* foi possível criar um modelo para obtenção de biomassa disponível numa determinada região, sendo que poderá ser utilizado em qualquer projecto cuja finalidade seja saber a disponibilidade de biomassa existente numa determinada região para se abastecer numa determinada central de produção de energia.

7. BIBLIOGRAFIA

AIMMP (2005) Ponto da Situação da Floresta Portuguesa. Porto: Associação das indústrias da madeira e mobiliário.

APCOR (2005) Síntese de Estatísticas do Sector da Cortiça. Santa Maria de Lamas: Associação Portuguesa de Cortiça

APEC (2009) Assessment of Biomass Resources from Marginal Lands in APEC Economies. Energy Working Group, August 2009.

BAPFP (2012) Brazilian Association of Planted Forests Producers. "Statistical Yearbook of BAPFP: Base year 2011", Brasília, Brazil.

Brás, A.; Dias, L.; Hipólito L.; Miranda F.; (2007) Biomassa e Produção de Energia. Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Alto Minho

Cabral, P.; Esteves, T.; Ferreira, A.; Teixeira, J.; (2011) A análise multicritério e o Potencial Bioenergético da região centro de Portugal.

Celpe (2005) Review of wood pricing systems in Europe. UK: JP management consulting (EU) Ltd (JPC), report 15A04920

Celpe e AIMMP (2004) Centrais Eléctricas de Biomassa, uma opção justificável? Posição conjunta da Celpe e da AIMMP sobre biomassa para energia de pellets em caldeiras domésticas. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

Correia AV, Oliveira AC (2003) Principais espécies florestais com interesse para Portugal. Zonas de influência Atlântica. Estudos e Informação nº 322, Direcção-Geral das Florestas.

Declaração Ambiental (2012) EDP - Central Termoeléctrica de Sines.

Decreto-Lei n.º 199/2007 de 18 de Maio, Diário da República

Decreto-Lei n.º 5/2011, Diário da República

DGEG, Direcção-Geral de Energia e Geologia - <http://www.dgeg.pt>

Dias, A., PDIS – Biomassa e Cogeração. MIEEC. Universidade do Porto.

Dias, J. (2002) Utilização da biomassa: avaliação dos resíduos e utilização.

Direcção Nacional das Fileiras Florestais (2010). Culturas Energéticas Florestais.

ENE 2020, Estratégia Nacional para a Energia para 2020, Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, Diário da República.

Enersilva (2004 – 2007) Promoção do uso da biomassa florestal para fins energéticos no sudeste da Europa.

ENF 2006, Estratégia Nacional para as Florestas 2006.

Goes, E. (1991) A floresta portuguesa: sua importância e descrição das espécies de maior interesse. Publicações Portucel.

Goodchild, M. F. (1992) Geographic Information Science. International Journal of Geographical Information Systems, 6(1), 31 – 45.

Goodchild, M. F. (2004) GIScience, Geography, Form, and Process. Annals of the Association of American Geographers, 94(4), 709 – 714.

Gosse, G. (1998) Les cultures lignocellulosiques: Perspectives, Etude Agrice.

ICNF. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

IFN5 (2010) 5º Inventário Florestal Nacional. Autoridade Florestal Nacional (<http://www.icnf.pt/portal>)

IFN6 (2013) 6º Inventário Florestal Nacional.

ITTO (2006) Annual review and assessment of the world timber situation 2006. Yokohama, Japan.

Jenkins, B. e Baxter, L. (1996) Combustion properties of biomass, biomass usage for utility and industrial power. Ed Engineering Foundation Conferences. Utah

Kanuary, A. (1994) Combustion characteristics of biomass fuels. Combustion Science and Technology 97.

Longley, P. A., M. F. Goodchild, (2005) Geographic Information Systems and Science. Chichester, John Wiley & Sons.

Loução, I. (2008) Valorização da biomassa florestal, proveniente da doença de nemátodo de pinheiro, para produção de pellets. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

Marques, J.; (2009) Viabilidade de incorporação de resíduos florestais e agrícolas para produção de pellets. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Mateus, T.; O potencial energético da floresta portuguesa: análise do potencial energético disponível para centrais termoelétricas a biomassa florestal lançadas a concurso. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

<http://urano.guarda.pt/gudi/nerga/Biomassa/potencial.pdf>

McKendry P. (2002) Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. Bioresource Technology, 83: 37-46.

Mendes (2005) Portugal. Wallingford, Oxfordshire: CABI publishing, CAB International.

Moreira F., Rego F., Ferreira P., (2001) Temporal (1958 – 1995) pattern of change in cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence. Landscape Ecology 16:557 – 567.

Painho, M. (2010) Componentes da Ciência da Informação Geográfica. Apontamentos de aulas teóricas. Universidade Nova de Lisboa.

Painho, M. (2010) Definição do campo da Ciência Geográfica. Apontamentos de aulas teóricas. Universidade Nova de Lisboa.

Painho, M. (2010) Origem e Evolução dos Sistemas de Informação Geográfica. Apontamentos de aulas teóricas. Universidade Nova de Lisboa.

Parent, P. e R. Church (1987). Evolution of Geographical Information Systems as Decision Making Tools. Proceedings, GIS'87, Falls Church, VA., ASPRS/ACSM, Falls Church, VA.

Pereira B., Oliveira A., Carvalho A., Carneiro A., Santos L., Vital B. (2012) Quality of Wood and Charcoal from Eucalyptus Clones for Ironmaster Use. International Journal of Forestry Research. Article ID 523025, 8pp. Doi: 10.1155/2012/523025.

Pereira J., Carreiras J., Silva J., Vasconcelos M. (2006) Alguns conceitos básicos sobre os fogos rurais em Portugal. In: Incêndios Florestais em Portugal. Caracterização, impactes e prevenção, J.S.Pereira et. al. Editores, ISA Press, 133-164 pp.

PNAER (2009) Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis ao abrigo da directiva 2009/28/CE

Portal das energias renováveis - <http://www.energiasrenovaveis.com/>.

PROF AL (2007) Plano Regional de Ordenamento Florestal do Alentejo Litoral aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 39/2007, de 5 de abril. DR n.º 68, Série I.

PROF BA (2006) Plano Regional de Ordenamento Florestal do Baixo Alentejo aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 18/2006, de 20 de outubro. DR n.º 203, Série I.

Stultz, S.C., Kitto, J.B. (1992) Steam-it's generation and use. The Babco & Wilcox Company, Barberton. Ohio, USA.

Tabarés, J. e Ortiz, L. (2000) Feasibility study of energy use for densificated lignocellulosic material (briquetes).

Tomaselli I (2007) Forests and Bioenergy in Developing Countries. Forests and Energy Working Paper 2, FAO/UN (Rome).

Tomé, M., Oliveira, T., Soares, P. (2006) O modelo Globulus 3.0. Publicações GIMREF – RC2/2006. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. Lisboa. 23 pp.

Tutorial ArcGIS for desktop 10 (2010) Environmental Systems Research Institute, INC.

Werther, J. e Saenger, M. (2000) Combustion of agricultural residues. Progress in Energy and Combustion Science.

ANEXOS

Anexo 1 – Tabela de atributos da localização da central de Sines:

Id	Nome	NomeRua	Latitude	Longitude
1	Central Termoelétrica de Sines	N120-1	37,9303200000 0	-8,80756000000

Anexo 2 – Tabela de atributos dos concelhos abrangidos:

OBJECTID	Município	Shape_Leng	Shape_Area
1	ALCÁ CER DO SAL	212624,69713700000	1499872959,49000000000
4	ALJUSTREL	111658,06141700000	458474086,50100000000
11	FERREIRA DO ALENTEJO	136398,26631400000	648245570,97200000000
12	GRÂNDOLA	227164,65036400000	825936630,78900000000
18	ODEMIRA	291048,38583400000	1720601524,13000000000
19	OURIQUE	224685,30977800000	663313627,14700000000
22	SANTIAGO DO CACÉM	214250,31361000000	1059692902,45000000000
27	SINES	112353,95074200000	203301679,71100000000

Anexo 3 – Excerto da tabela de atributos dos melhores acessos:

FID _1	LINK_I D	ST_NAME	FEAT_ID	ST_LAN GCD	NUM_STN MES	ST_NM_ PREF	ST_TYP_ BEF	ST_NM_ BASE
749	553219 827	RUA DOS QUINTAIS	7690227 07	POR		1	RUA DOS	QUINTAIS
177	802208 31	N382	7789054 66	POR		1		N382
826	553219 941		0			0		
176	802208 30	N382	7789054 66	POR		1		N382
181	802208 54	R261	1413481 982	POR		1		R261
190	802260 68	N261-1	7789054 46	POR		1		N261-1
180	802208 42	A2	7789054 50	POR		3		A2
910	553220 149	N261-1	7789054 46	POR		1		N261-1
902	553220 141		0			0		
903	553220 142		0			0		
904	553220 143		0			0		
907	553220 146		0			0		
898	553220 059		0			0		
899	553220 060		0			0		
179	802208 36	A2	7789054 50	POR		3		A2
706	553219 744	N261-1	7789054 46	POR		1		N261-1
959	553220 208		0			0		
964	553220 219		0			0		
187	802209 46	A2	7789054 50	POR		3		A2
946	553220 194		0			0		
931	553220 179		0			0		
925	553220 173		0			0		

Anexo 4 – Excerto da tabela de atributos do risco de incêndio das zonas florestais:

OBJECTID_1	FID_Flores	OBJECTID	COSN2	ID	AREA	PERIMETER	Shape_Leng
70	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
72	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
73	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
74	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
76	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
78	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
83	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
87	6	7	3.2	420568	4,36969100000	1144,200000000000	1144,15389905000
133	14	15	3.2	420605	8,14693400000	2161,700000000000	2161,65164133000
184	19	20	3.2	420616	4,07547800000	778,800000000000	778,76101292000
189	20	21	3.2	420620	1,35131600000	603,000000000000	602,96698428800
196	20	21	3.2	420620	1,35131600000	603,000000000000	602,96698428800
229	24	25	3.2	420624	2,78291400000	744,900000000000	744,90643401300

Anexo 5 – Excerto da tabela de atributos das florestas de Eucalipto:

COSN5	ID	AREA	PERIMETER
3.2.4.03.1	673611	3,885	1102,750
3.2.4.03.1	673612	2,599	995,356
3.2.4.03.1	673613	18,845	3952,822
3.2.4.03.1	673614	4,793	1565,417
3.2.4.03.1	673615	1,351	468,680
3.2.4.03.1	673616	2,211	654,291
3.2.4.03.1	673617	5,067	1158,676
3.2.4.03.1	673618	1,202	445,969
3.2.4.03.1	673619	5,889	1155,442
3.2.4.03.1	673620	6,717	1247,430
3.2.4.03.1	673621	9,413	1641,554
3.2.4.03.1	673622	5,427	3026,367
3.2.4.03.1	673623	3,304	782,419
3.2.4.03.1	673624	2,294	667,896
3.2.4.03.1	673625	1,357	818,616
3.2.4.03.1	673626	1,048	585,510
3.2.4.03.1	673627	3,520	909,144
3.2.4.03.1	673628	5,929	1086,802
3.2.4.03.1	673629	10,585	1943,363
3.2.4.03.1	673630	5,788	1423,994
3.2.4.03.1	673631	4,370	1224,405
3.2.4.03.1	673632	2,617	1142,904
3.2.4.03.1	673633	2,143	778,253
3.2.4.03.1	673634	6,225	1367,622
3.2.4.03.1	673767	2,577	949,418
3.2.4.03.1	673768	5,418	1022,058
3.2.4.03.1	673769	7,891	1775,062
3.2.4.03.1	673770	2,444	704,393
3.2.4.03.1	673771	3,188	1208,105
3.2.4.03.1	673772	5,018	1334,989
3.2.4.03.1	673773	34,036	4218,714
3.2.4.03.1	673774	1,655	764,409
3.2.4.03.1	673775	4,876	1244,727
3.2.4.03.1	673776	3,274	930,868
3.2.4.03.1	673777	7,415	1437,249
3.2.4.03.1	673778	2,933	1091,302
3.2.4.03.1	673779	1,884	678,508
3.2.4.03.1	673780	11,122	1707,982
3.2.4.03.1	673781	3,065	945,884
3.2.4.03.1	673782	1,682	589,722
3.2.4.03.1	673783	1,909	1023,105
3.2.4.03.1	673784	1,894	772,088

Anexo 6 – Excerto da tabela de atributos das florestas de Pinheiro Bravo

COSN5	ID	AREA	PERIMETER
3.1.2.01.1	426236	13,553	1617,316
3.1.2.01.1	426240	13,060	1793,738
3.1.2.01.1	426241	16,762	3843,809
3.1.2.01.1	426242	1,227	546,784
3.1.2.01.1	426243	1,077	598,080
3.1.2.01.1	426244	3,151	945,181
3.1.2.01.1	426245	1,905	922,495
3.1.2.01.1	426246	4,764	1645,821
3.1.2.01.1	426247	1,447	535,490
3.1.2.01.1	426248	10,756	3080,679
3.1.2.01.1	426249	4,223	2465,822
3.1.2.01.1	426250	17,292	3909,880
3.1.2.01.1	426251	11,964	1768,810
3.1.2.01.1	426252	3,235	1096,556
3.1.2.01.1	426253	4,837	1484,084
3.1.2.01.1	426254	29,263	3687,167
3.1.2.01.1	426255	2,039	735,741
3.1.2.01.1	426256	2,699	1987,317
3.1.2.01.1	426257	7,920	3188,937
3.1.2.01.1	426258	4,673	1225,895
3.1.2.01.1	426259	1,052	418,184
3.1.2.01.1	426260	1,946	1360,374
3.1.2.01.1	426261	1,462	1086,835
3.1.2.01.1	426263	6,708	1134,817
3.1.2.01.1	426264	1,403	562,568
3.1.2.01.1	426266	1,758	926,355
3.1.2.01.1	426267	1,132	451,064
3.1.2.01.1	426268	1,148	967,306
3.1.2.01.1	426269	1,511	523,837
3.1.2.01.1	426270	1,414	567,076
3.1.2.01.1	426271	4,448	2665,106
3.1.2.01.1	426272	3,343	1027,357
3.1.2.01.1	426273	2,288	842,235
3.1.2.01.1	426274	1,162	545,352
3.1.2.01.1	426275	1,001	461,366
3.1.2.01.1	426276	1,899	986,190
3.1.2.01.1	426277	2,217	731,178
3.1.2.01.1	426278	2,563	750,398
3.1.2.01.1	426279	23,126	6799,925
3.1.2.01.1	426280	11,688	2070,918
3.1.2.01.1	426281	1,306	535,846
3.1.2.01.1	426282	3,483	1581,113

Anexo 7 – Excerto da tabela de atributos das florestas de Pinheiro Manso

COSN5	ID	AREA	PERIMETER
3.1.2.01.2	462512	73,049	5220,459
3.1.2.01.2	462530	3,422	768,260
3.1.2.01.2	462531	136,276	9285,753
3.1.2.01.2	462533	3,526	880,382
3.1.2.01.2	462534	1,595	531,638
3.1.2.01.2	462536	5,908	1326,513
3.1.2.01.2	462537	18,975	2374,456
3.1.2.01.2	462542	81,615	8984,747
3.1.2.01.2	462543	1,516	665,073
3.1.2.01.2	462544	1,512	537,765
3.1.2.01.2	462545	21,297	2679,784
3.1.2.01.2	462546	3,039	1039,582
3.1.2.01.2	462547	1,784	948,732
3.1.2.01.2	462548	4,462	1084,129
3.1.2.01.2	462549	27,392	4141,369
3.1.2.01.2	462550	17,281	5207,582
3.1.2.01.2	462551	32,501	7325,639
3.1.2.01.2	462553	4,194	1167,188
3.1.2.01.2	462554	20,583	3743,127
3.1.2.01.2	462555	5,419	1031,533
3.1.2.01.2	462556	1,510	689,337
3.1.2.01.2	462557	17,866	2596,505
3.1.2.01.2	462558	1,929	634,567
3.1.2.01.2	462559	20,329	3140,837
3.1.2.01.2	462560	1,123	405,585
3.1.2.01.2	462561	2,186	863,726
3.1.2.01.2	462562	1,099	446,313
3.1.2.01.2	462564	2,454	686,138
3.1.2.01.2	462565	2,026	630,398
3.1.2.01.2	462566	48,051	3802,055
3.1.2.01.2	462567	1,470	502,653
3.1.2.01.2	462569	2,562	1015,729
3.1.2.01.2	462570	3,096	721,592
3.1.2.01.2	462573	2,265	584,760
3.1.2.01.2	462574	3,084	846,808
3.1.2.01.2	462575	4,866	1329,413
3.1.2.01.2	462576	4,392	1208,519
3.1.2.01.2	462577	4,367	809,507
3.1.2.01.2	462578	2,499	765,920
3.1.2.01.2	462579	27,061	4969,440
3.1.2.01.2	462580	15,558	3191,262
3.1.2.01.2	462581	4,213	921,096

